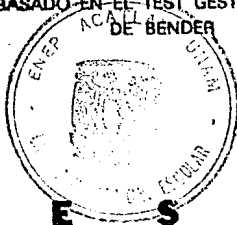




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

E.N.E.P. ACATLAN

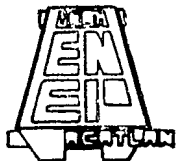
PLANTEAMIENTO DE UN SISTEMA EXPERTO PARA LA  
OBTENCION DE INDICADORES DIAGNOSTICOS QUE  
DETERMINEN UNA POSIBLE ALTERACION NEUROLOGICA  
INFANTIL BASADO EN EL TEST GESTALTICO VISOMOTOR



**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LICENCIADO EN MATEMATICAS  
APLICADAS Y COMPUTACION  
P R E S E N T A :  
MAYRA RICO VALDOVINOS

1993



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

INTRODUCCION.....	1
I. SISTEMAS EXPERTOS.....	3
1.1 Inteligencia Artificial.....	3
1.2 ¿Qué son los Sistemas Expertos?.....	6
1.3 Arquitectura de un Sistema Experto.....	9
1.4 Diferencias entre la Programación Convencional y la Ingeniería del Conocimiento.....	10
1.5 Aplicaciones de los Sistemas Expertos.....	13
II. TEST GESTALTICO VISOMOTOR DE BENDER.....	16
2.1 Definición y Explicación del Test de Bender.....	16
2.1.1 Aplicaciones.....	21
2.2 El Test Gestáltico Visomotor de Bender como Instrumento de Diagnóstico en los niños.....	22
2.2.1 Alteración Neurológica.....	22
2.2.2 Daño y Lesión Cerebral.....	23
2.2.3 Indicadores de Lesión Cerebral.....	24
2.3 Método Estándar para la Administración del Test de Bender.....	28
2.4 Sistema de Calificación del Desarrollo del Bender según Koppitz.....	30
2.4.1 Descripción y Ejemplos para calificar los Items Koppitz.....	33
2.4.2 Indicadores Individuales asociados a Daño o Lesión Cerebral.....	58

2.5	Aplicación y Evaluación del test de Bender para determinar una posible Alteración Neurológica Infantil.....	63
2.5.1	Dos Casos Similares pero con Diferente Hipótesis-Diagnóstico.....	63

### III. IDENTIFICACION Y DEFINICION DEL PROBLEMA..... 67

3.1	Definición del Problema.....	67
3.1.1	Objetivo General.....	68
3.1.2	Hipótesis del Problema.....	68
3.1.3	Objetivos del Sistema Experto.....	69
3.2	Adquisición de Conocimientos.....	69
3.2.1	Objetivos de la Adquisición de Conocimientos.....	71
3.2.2	Técnicas de Ingeniería de Conocimiento enfocadas a la Adquisición de Conocimientos.....	74
3.2.2.1	Identificación del Problema.....	74
3.2.2.2	Ciclo de Entrevistas.....	75
3.2.2.3	Análisis.....	76
3.2.2.4	Técnicas de Validación de Conocimientos.....	76
3.3	Análisis de la Información.....	77
3.3.1	Definición de Metas.....	78
3.3.2	Definición de Hechos.....	78
3.3.3	Agrupación del Conocimiento.....	80
3.3.4	Reglas del Sistema Experto Planteado.....	85
3.3.4.1	Reglas para la Obtención de Indicadores Diagnósticos necesarias para la evaluación de los dibujos del niño.....	85

3.3.4.2	Reglas para la Obtención de Indicadores ( altamente significativos, significativos o no discriminantes) necesarias para la determinación de una posible Alteración Neurológica Infantil.....	87
3.3.4.3	Reglas para la Obtención del Nivel de Maduración Perceptual Infantil relacionadas con la edad cronológica y la edad equivalente en la escala del Bender.....	89
3.3.4.4	Deducción de las Reglas Heurísticas del Sistema Experto.....	92
3.3.5	Entradas del Sistema Experto.....	94
3.3.6	Proceso del Sistema Experto.....	96
3.3.7	Salidas del Sistema Experto.....	99
3.3.7.1	Hipótesis que proporcionaría el Sistema.....	100

#### IV. PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA EXPERTO..... 103

4.1	Arquitectura del Sistema Experto Planteado.....	103
4.1.1	Representación del conocimiento por medio de Reglas.....	103
4.1.2	Paradigma a Escoger.....	105
4.1.3	Mecanismo de Inferencia.....	107
4.1.3.1	Inferencia con Modus Ponens.....	108
4.1.3.2	Control.....	110
4.1.3.2.1	Encadenamiento hacia Adelante y Hacia Atrás.....	112
4.1.3.2.2	Búsqueda en Profundidad y Búsqueda en Extensión.....	114
4.1.4	Interfaz del Sistema Experto.....	116

4.2	Lenguajes y Shells.....	116
4.2.1	¿Por qué proponer un Shell en lugar de un Lenguaje de Inteligencia Artificial?.....	118
4.2.2	¿Por qué proponer un Shell en lugar de un Lenguaje de programación Convencional?.....	119
4.3	Los Shells Comerciales.....	119
4.3.1	Clases de Shells.....	119
4.3.1.1	Algunos Shells para construcción de Sistemas Pequeños.....	120
4.3.2	Elección del Shell adecuado para el Sistema Experto.....	125
4.4	Descripción General del Sistema Experto para la determinación de una posible Alteración Neurológ. Infantil usando el Test Psicológico de Bender....	128
4.4.1	Consideraciones en cuanto a la Entrada....	129
4.4.2	Consideraciones en cuanto a la Salida.....	131
4.5	Utilización de M.1 para un Futuro Desarrollo del Sistema Experto Planteado.....	132
	CONCLUSIONES.....	138
	APENDICES.....	140
	GLOSARIO.....	151
	BIBLIOGRAFIA.....	157

## **INTRODUCCION**

## INTRODUCCION

En cualquier campo de trabajo diariamente se tienen que resolver problemas y tomar decisiones basándose en datos y en conocimientos abundantes que en ocasiones pueden ser incompletos, inciertos e incluso contradictorios. El uso convencional que le hemos dado a las computadoras ha servido para apoyarnos en la resolución de una serie de problemas; sin embargo en lo referente a la toma de decisiones realizada por un programa experto, se ha incursionado muy poco. Esa situación se debe, en gran parte, a que en nuestro país se sigue una concepción conservadora de la computadora.

La expresión INTELIGENCIA ARTIFICIAL tiene para la mayoría de las personas resonancias repulsivas y amenazantes. Sugiere la suplantación y la anulación, más que la ampliación, de las capacidades humanas para establecer objetivos e instrucciones. Sin embargo, esta rama de la informática acaba de engendrar los SISTEMAS EXPERTOS (también llamados sistemas de conocimiento), y estos nuevos sistemas traen consigo un cambio en el modo de resolver problemas, traen también la promesa de recoger el fruto de importantes desarrollos en Informática y la creación de computadoras más poderosas para hacer nuestro trabajo más rápido y eficiente.

Ningún programa de computadora podrá jamás sustituir la función y razonamiento humano para resolver problemas, pero sí puede usarse como una herramienta de apoyo en la toma de decisiones en la solución y automatización de éstos.

Así pues, lo que se pretende en este trabajo es mostrar que sería posible desarrollar Sistemas Expertos para la evaluación de Tests psicológicos, donde se aplique la experiencia y la toma de decisiones de un experto de manera segura y objetiva, y al mismo tiempo comprensible para el usuario. Con esta finalidad se plantea el Sistema Experto para la obtención de Indicadores Diagnósticos que determinen una posible Alteración Neurológica Infantil basado en el Test Gestáltico Visomotor de Bender.



Consideramos que precisamente porque los sistemas expertos no se "cansan ni tienen manías; no engañan, sino que nos dicen cuál es la limitación de su conocimiento y aplican sin prejuicios la experiencia de un experto a los problemas"; pueden ser útiles y fiables dentro del campo de la Psicología del Aprendizaje Infantil.

Otro de los propósitos es cambiar la imagen errónea que se tiene de éstos sistemas, recalcando las ventajas que se han obtenido de ellos.

Aún es pronto para estimar la magnitud de la contribución que los sistemas expertos van a aportar a la ampliación de las capacidades humanas, aún así ya es tiempo de adoptar estas nuevas tecnologías en nuestro México, ya que los beneficios que podemos obtener de ellos son muy grandes.

En fin, esperamos que este trabajo si no logra interesarlo, por lo menos sirva de guía para introducirlo, aunque sea un poco, en el nuevo y apasionante mundo de los SISTEMAS EXPERTOS.

**MAYRA RICO VALDOVINOS.**

# **CAPITULO I SISTEMAS EXPERTOS**

## I. SISTEMAS EXPERTOS

**" Invertir en conocimientos  
produce siempre los mejores  
intereses. "**

**BENJAMIN FRANKLIN.**

### 1.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

Al final de la Segunda Guerra Mundial, varios grupos de científicos británicos y americanos estaban trabajando en el desarrollo de lo que ahora llamamos una computadora. Todos pretendían construir una máquina electrónica que funcionase guiada por un programa almacenado de instrucciones y que realizase cálculos numéricos complejos. El más conocido de los científicos británicos, Alan Turing, sostenía que tal máquina de propósito general, una vez desarrollada, podría tener muchos usos diferentes. Con su conocimiento de los avances en lógica formal en los años anteriores a la guerra, Turing decía que las instrucciones fundamentales que habría que darle a tal máquina deberían estar basadas en operadores lógicos, como <<y>>, <<o>> y <<no>>. Esos operadores muy generales podrían entonces utilizarse para construir operadores numéricos más especializados, necesarios para los cálculos numéricos. Además, los programas basados en operadores lógicos serían capaces de manipular cualquier tipo de material simbólico con el que uno quisiera trabajar, incluyendo sentencias del lenguaje ordinario.

Los científicos americanos, sabían que la construcción de la máquina resultaría cara. Además suponían que no se construirían muchos ejemplares. Y, seguros como estaban de que la máquina sólo tendría que hacer operaciones aritméticas, rechazaron los operadores lógicos, y, en su lugar, eligieron operadores numéricos, como <<+>>, <<->>. Esta decisión, que posteriormente adoptaron también los británicos, condujo a grandes computadoras.

Aunque los ordenadores fueron concebidos como procesadores numéricos, un pequeño grupo de informáticos continuó explorando su capacidad para la manipulación de símbolos no numéricos. Simultáneamente, los psicólogos, que estudiaban cómo el hombre resuelve problemas, trataban de desarrollar programas que simulasen el comportamiento humano. Con el tiempo, las personas interesadas en procesamiento simbólico y en resolución humana de problemas han constituido ese subcampo interdisciplinario de la Informática que se llama INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA).

" La INTELIGENCIA ARTIFICIAL es simplemente un camino para hacer que la computadora piense inteligentemente." (1) Esto se ha logrado a través de estudiar los procesos mentales que el humano lleva a cabo cuando piensa ya sea para tratar de tomar decisiones ó para resolver problemas. Así pues, el objetivo de la IA se ha centrado en encontrar métodos generales para la solución de problemas y usar estos para crear programas de propósito general.

Los investigadores en IA se ocupan del desarrollo de sistemas que producen resultados que normalmente asociaríamos con inteligencia humana.

Hace algunos años algunas empresas formaron grupos de IA para desarrollar aplicaciones prácticas. En general, esos esfuerzos fracasaron, porque los programas de IA resultaron ser demasiado costosos en desarrollo, demasiado lentos, y no generaron resultados suficientemente prácticos. Sencillamente, los programas de IA eran demasiado complejos para poder ejecutarse en los ordenadores que había en ese momento. Sin embargo, los investigadores de la IA continuaron trabajando en las universidades y haciendo continuos progresos teóricos.

Entretanto, el desarrollo de la tecnología microelectrónica condujo a una nueva generación de computadoras más rápidas, más potentes y relativamente más baratas. Hoy, la IA ha vuelto a salir de los laboratorios. El hardware actual, combinado con avances teóricos importantes en IA, ha conducido a una tecnología cuyo momento ha llegado.

La IA puede subdividirse en tres áreas de investigación relativamente independientes. Un grupo de investigadores en IA se ocupa principalmente del desarrollo de programas para ordenadores que pueden leer, hablar o comprender el lenguaje como lo hacen en las conversaciones cotidianas. Es lo que se conoce habitualmente como proceso de lenguaje natural. Otro grupo es el que trabaja en el desarrollo de robots inteligentes. Se interesan en el diseño de programas táctiles y visuales que permitan a los robots observar los cambios sucesivos que tienen lugar conforme se mueven en un entorno. Una tercera rama de la investigación en IA es la relativa al desarrollo de programas que utilizan conocimientos para simular el comportamiento de los expertos humanos.

## 1.2 ¿QUE SON LOS SISTEMAS EXPERTOS?

El profesor Edward Feigenbaum, de la Universidad de Stanford, uno de los investigadores más destacados en sistemas expertos, ha definido un sistema experto como:

<<... un programa inteligente para ordenador que utiliza conocimiento y procedimientos inferenciales en la resolución de problemas, problemas, que son lo suficientemente difíciles como para que su solución requiera una experiencia humana importante. El conocimiento necesario para actuar así, junto con los procedimientos inferenciales utilizados, puede considerarse como un modelo de la experiencia de los mejores expertos del campo. El conocimiento de un Sistema Experto está compuesto por hechos y por heurísticos. Los <<hechos>> constituyen un cuerpo de información ampliamente compartido, públicamente disponible, y sobre el cual generalmente, los expertos del campo están de acuerdo. Los <<heurísticos>> son básicamente personales, son reglas de buen juicio no muy bien estudiadas (reglas de razonamiento, reglas de conjeturas) que caracterizan la toma de decisiones a nivel de experto en el campo.>> (2)

Según Mishkoff: " Un sistema experto es un programa diseñado para emular el proceso de razonamiento de un experto en un dominio en particular." (3)

Feigenbaum llama <<INGENIEROS DEL CONOCIMIENTO>> a los que construyen sistemas expertos basados en conocimiento, y se refiere a esta tecnología como <<INGENIERIA DEL CONOCIMIENTO>>.

2 FEIGENBAUM, EDWARD. Rule Based Expert Systems.  
Artificial Intelligence and the Design of Expert Systems, 1989, p. 291.  
3 MISHKOFF, HENRY, C. Understanding Artificial Intelligence.  
Howard W. Sams & Co. Indianapolis 1988.

Recientemente, sin embargo, se han construido varios sistemas expertos que tienen conocimientos útiles sobre situaciones de tomas de decisión, pero cuya base de conocimiento es pequeña. Estos sistemas son llamados: pequeños sistemas expertos o bien <<SISTEMAS DE CONOCIMIENTO>>.

La contribución de la IA a la ingeniería del conocimiento radica en sus enseñanzas sobre cómo analizar problemas y desarrollar estrategias generales de búsqueda útiles para la resolución de problemas.

Los ingenieros del conocimiento se ocupan de la identificación del conocimiento específico que utiliza un experto para resolver problemas. Inicialmente, el ingeniero del conocimiento estudia a un experto humano y analiza qué hechos y reglas empíricas utiliza. Luego determina la estrategia inferencial que sigue el experto en las situaciones reales de resolución de problemas. Finalmente, el ingeniero de conocimiento desarrolla un sistema que aplica conocimientos y estrategias similares a los del experto humano en orden a simular su comportamiento.

Si un programa ha de funcionar como lo hace un experto humano, debe poder hacer las mismas cosas que suelen hacer los expertos. Por ejemplo, los expertos consultan unos con otros para ayudarse en la resolución de problemas. Y así, la mayoría de los sistemas expertos hacen preguntas, explican su razonamiento si se les pide y justifican sus conclusiones. Además todo ello lo suelen hacer en un lenguaje que el usuario puede comprender fácilmente. En otras palabras, los sistemas de conocimiento interactúan con los usuarios de una forma muy parecida a como lo haría un consultor humano, a menudo, consideran simultáneamente varias hipótesis competitivas, y suelen hacer recomendaciones tentativas o ponderar las distintas alternativas.

Todo esto no quiere decir que la mayoría de los sistemas expertos actuales sean tan buenos como los expertos humanos. La tecnología es nueva, y acaba de comenzar a aplicarse a problemas comerciales difíciles. Los sistemas expertos actuales se aplican a tareas muy bien delimitadas. No pueden razonar de manera general sobre todo un campo de experiencia. No pueden razonar a partir de axiomas o teorías generales. Por tanto, se limitan a utilizar los hechos específicos y los heurísticos que le fueron <<enseñados>> por un experto humano. Carecen de sentido común, no pueden razonar por analogía, y su funcionamiento se deteriora rápidamente en cuanto los problemas desbordan las tareas restringidas para las que fueron diseñados.

Es difícil imaginar que en un futuro cercano podamos pensar en desarrollar un sistema que ayudase a un gestor en el análisis de problemas legales ya que estos suelen estar definidos con imprecisión y contienen aspectos muy diversos. Además, generalmente requieren de mucho sentido común y de razonamiento por analogía, dos cosas de las que carecen los actuales sistemas expertos.

Por otra parte, los sistemas expertos no tienen prejuicios. No saltan gratuitamente a conclusiones ni mantienen éstas a pesar de evidencias en contra. No tienen "días malos". Nunca olvidan los detalles, y siempre consideran sistemáticamente todas las alternativas posibles. Esto se traduce en una gran ventaja, ya que los sistemas equipados con miles de reglas heurísticas, son capaces de llevar a cabo sus tareas especializadas mejor que un especialista humano. Poco a poco se han introducido nuevos conceptos y técnicas que con toda seguridad conducirán a sistemas expertos más flexibles y potentes que éstos de los que estoy hablando.



### 1.3 ARQUITECTURA DE UN SISTEMA EXPERTO.

Los tres componentes básicos de un sistema experto son:

{1} LA BASE DE CONOCIMIENTO, {2} EL MECANISMO DE INFERENCIA, Y {3} LA INTERFAZ.

#### A) BASE DE CONOCIMIENTO:

La base de conocimiento de un sistema experto es el lugar donde se encuentra la información que el sistema experto utiliza para llegar a la solución de problemas. Una base de conocimiento puede ser una base de datos convencional en donde se almacenen los datos, pero además debe contener conocimiento procedural, es decir información acerca de los cursos de acción entre datos, así como las acciones de éstos (reglas).

#### B) MECANISMO DE INFERENCIA:

El mecanismo de inferencia del sistema experto es el "caballo de fuerza" del sistema experto. Consiste en procesar la base de conocimiento, analizarla, tratar los datos de acuerdo a una estrategia que emule el razonamiento de un experto. Es un sistema de control que determina que reglas son invocadas, accedando las reglas apropiadas y determinando cuando una solución aceptable ha sido encontrada.

### **C) INTERFAZ:**

Numerosas interfaces son usadas en la creación y operación de un sistema experto. Las interfaces incluyen una terminal (pantalla), representaciones gráficas (visuales), manejo a través de ventanas, etc. Estas interfaces operan en tres situaciones. La primera situación es cuando el usuario actúa como un cliente. Aquí el usuario quiere respuestas a sus problemas. La segunda situación es cuando el usuario actúa como un tutor del sistema experto. Aquí el usuario, desea incrementar el conocimiento del sistema. La tercera situación es cuando el usuario actúa como un alumno del sistema experto. En este caso el usuario quiere enriquecer sus propios conocimientos.

## **1.4 DIFERENCIAS ENTRE LA PROGRAMACION CONVENCIONAL Y LA INGENIERIA DEL CONOCIMIENTO.**

Para desarrollar los grandes sistemas de procesamiento de datos normalmente asociados a los ordenadores, se han venido utilizando técnicas de programación convencionales. Estos sistemas pueden coleccionar y procesar, mediante algoritmos complejos, grandes volúmenes de datos. Los algoritmos no son más que procedimientos definidos por pasos elementales que garantizan que siempre que los datos introducidos sean los correctos, se alcanza la solución correcta.

El funcionamiento de un programa convencional sólo puede comprenderlo un programador. Si otra persona detiene un programa en medio de su ejecución y examina el código para ver qué es lo que en ese momento estaba ejecutando, lo más seguro es que no entienda gran cosa.

Los sistemas basados en conocimiento son muy diferentes: son interactivos. Un usuario puede detener el procesamiento en cualquier momento y preguntar por qué el programa ha planteado determinada pregunta, ó como ha llegado a una conclusión.

Otras diferencias entre un sistema experto y un programa convencional son:

- La tarea que realiza un sistema experto fue anteriormente realizada por un especialista humano entendido en la materia.
- Los sistemas de conocimiento son mantenidos por ingenieros del conocimiento y por expertos. El mantenimiento de los programas convencionales lo llevan a cabo los programadores.
- La base de conocimientos de un sistema experto es más legible y fácil de modificar que un sistema de información.
- La estructura global de los programas convencionales descansa fundamentalmente en algoritmos, mientras que la de los sistemas de conocimiento se basa sobre todo en heurísticos.

Podemos ver otra diferencia importante entre la programación convencional y la programación simbólica describiendo cómo trabajan los ingenieros de conocimiento. La ingeniería del conocimiento se ocupa tanto del desarrollo de software para sistemas expertos como del análisis del modo en que los expertos humanos resuelven los problemas. Los ingenieros de conocimiento colaboran con los expertos humanos y les ayudan a describir su conocimiento y las estrategias de inferencia de modo tal que puedan codificarse. Así, un ingeniero del conocimiento combina grandes dosis de psicología con técnicas de programación simbólica para el desarrollo de sistemas expertos.

Las personas que trabajan en sistemas expertos utilizan técnicas muy interactivas. Se entrevistan frecuentemente con el experto. No pretenden concretar la naturaleza exacta del problema desde su primera entrevista, sino captar una primera idea, con la que construyen un prototipo, un pequeño sistema con sólo unos pocos hechos y reglas. Enseguida, vuelven al experto para plantearle más preguntas y construyen una segunda versión del sistema. Conforme avanza el trabajo, el experto empieza a sentirse involucrado en el proceso y comienza a desarrollar alguna de las reglas.

Con frecuencia, el experto se convierte en un miembro activo del equipo de desarrollo. En otras palabras, el desarrollo de un sistema experto es un proceso investigador que se lleva a cabo mediante una sucesión de aproximaciones.

Los ingenieros del conocimiento ayudan a los expertos a descifrar cómo resuelven los problemas y a convencerles, a través de demostraciones de prototipos, que su conocimiento puede representarse de un modo útil.

Los programadores convencionales abordan su trabajo de un modo diferente a como lo hacen los ingenieros de conocimiento. Empiezan trabajando con un experto para desarrollar un diseño, especifican el diseño con gran detalle, y luego dejan al experto y se retiran a su despacho para desarrollar un programa que materialice el diseño. Los programas suelen ser muy complejos, por lo que el tiempo que transcurre desde la entrevista entre el experto y el programador hasta la entrega del programa puede ser bastante largo. Los programadores trabajan durante mucho tiempo sin la colaboración de los expertos debido a que el diseño inicial determina todo el esfuerzo de programación.

No pretendemos poner un énfasis excesivo en las diferencias entre la ingeniería del conocimiento y la ingeniería del software convencional, ya que en cierto sentido, la tecnología de sistemas expertos es una extensión de los principios básicos de la informática a nuevos niveles de sofisticación.

Después de todo, los sistemas expertos suelen funcionar sobre los mismos ordenadores que los programas escritos en FORTRAN, BASIC, etc. Los sistemas expertos pueden traducirse a lenguajes de programación convencionales.

En sí, las ideas revolucionarias sobre sistemas expertos no son más que nuevos enfoques conceptuales sobre cómo las personas pueden utilizar los ordenadores para que les ayuden a resolver problemas. Esperamos que este trabajo amplíe su perspectiva sobre lo que es posible hacer con los sistemas expertos.

## **1.5 APLICACIONES DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.**

Por definición, los sistemas expertos son usados para resolver problemas o tomar decisiones. Pero, ¿Qué tipo de aplicaciones pueden tener los sistemas expertos? Los sistemas expertos operan a un alto nivel de procesamiento cuestionandose y haciendo inferencias con respecto a la información disponible. Para lo cual podemos clasificar a los sistemas expertos de acuerdo a los tipos de problemas que resuelven:

### **A) INTERPRETACION E IDENTIFICACION.**

Para este tipo de problemas, los sistemas expertos explican y describen resultados (situaciones de datos) concernientes a las entradas de información. Entre las aplicaciones que incluyen una identificación están: las estructuras geológicas (PROSPECTOR), los datos del mercado ó el estado del mundo de las finanzas.

### **B) PREDICCION.**

Para inferir consecuencias de situaciones dadas. Entre las aplicaciones que incluyen una predicción podemos señalar: el movimiento del mercado, las demandas de petróleo y electricidad, así como las situaciones de peligro.

### **C) DIAGNOSTICO.**

Para identificar causas, determinar situaciones, etc. Las aplicaciones de este tipo engloban a las enfermedades infecciosas (MYCIN, Stanford University) ó de cualquier otro tipo, a las fallas electrónicas e incluso a las fallas de locomotoras (DELTA, General Electric).

#### **D) DISEÑO.**

Para configurar objetos bajo restricciones. Entre las aplicaciones a destacar están: Sistemas de configuración de computadoras (XCON, Digital Equipment Corporation and Carnegie Mellon University), genes, moléculas orgánicas, microchips, circuitos y la programación de operaciones de TV, entre otras.

#### **E) PLANEACION.**

Para el diseño de acciones, establecimiento de metodologías de como debe realizarse algo, planes de acción. Algunas de las aplicaciones correspondientes a este tipo de problema son: misiones de bombardeo (TATR, DARPA and Rand corporation), estrategias de ataque (FRESH, DARPA), proyectos de construcción, entre otras.

#### **F) SUPERVISION.**

Para comparar sistemas con estándares establecidos. Las aplicaciones podrían ser con respecto a: reactores nucleares (REACTOR), administración fiscal, plantas de manufactura; etc.

#### **G) DEPURACION Y EVALUACION.**

Para encontrar errores. Entre las aplicaciones a resaltarse podemos mencionar: las pruebas que se hacen a los circuitos y componentes electrónicos, e incluso los programas.

#### H) INSTRUCCION.

Para educar y transferir educación. Las aplicaciones que incluyen una instrucción pueden ser: Programas de enseñanza sobre el diagnóstico y prescripción de medicina (GUIDON), sistemas de enseñanza para la Armada sobre los problemas de funcionamiento de una planta de propulsión a vapor (STEAMER), entre otras.

#### I) CONTROL.

Para regular o guiar las operaciones de una máquina, aparato ó sistema. Las aplicaciones incluyen control de tratamiento de pacientes del área de terapia intensiva (VM, Stanford University), el tráfico vehicular y aéreo; así como los procesos químicos.

Ver Panorámica de algunos Sistemas Expertos construidos.  
(Apéndice 4).

**CAPITULO II**  
**TEST GESTALTICO VISOMOTOR**  
**DE BENDER**



## II. TEST GESTALTICO VISOMOTOR DE BENDER.

" Si el cerebro fuera tan simple  
que pudiéramos comprenderlo,  
seríamos tan simples que no lo  
comprenderíamos. "

EMERSON M. PUGH.

### 2.1 DEFINICION Y EXPLICACION DEL TEST DE BENDER.

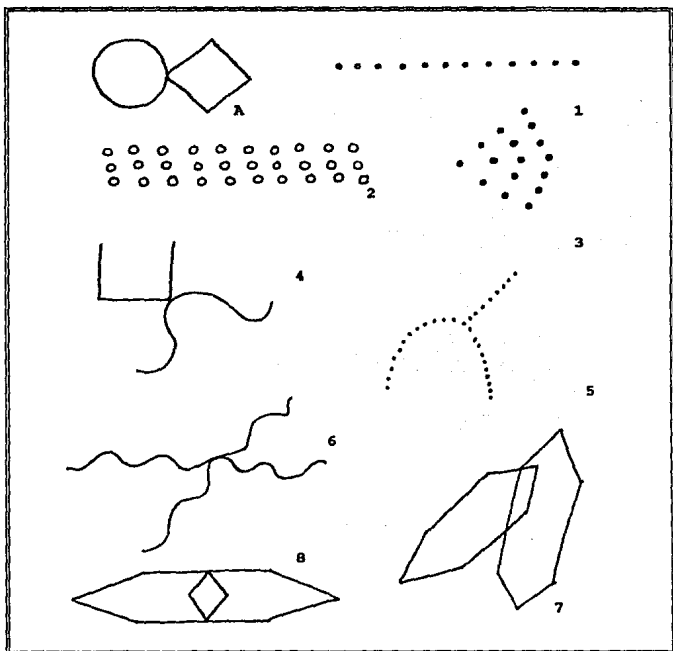
El Test Gestáltico Visomotor de Bender o Bender-Gestalt es una de las pruebas psicológicas más populares y usadas de los últimos tiempos. Fue Lauretta Bender \* quien la desarrolló en 1938 para que sirviera como prueba visomotora a nivel clínico y como una evaluación del desarrollo de los niños.

La psicología de la percepción, en particular tal como ha sido tratado por la corriente gestáltica, constituye, la base científica del test. La forma más concisa de caracterizar a la psicología de la gestalt es diciendo que se ocupa de los todos. Al percibir una melodía, uno recibe la forma melódica, no una serie de notas, un todo unitario que es algo más que la lista total de sus partes. Según los gestáltistas, esa es la forma como el hombre percibe lo que le rodea.

\* La Dra. Bender, esposa del eminente psiquiatra psicoanalista Paul Schilder, fue profesora de la Clínica Psiquiátrica del University College of Medicine de N. York, psiquiatra del Servicio Infantil de la División Psiquiátrica del Bellevue Medical Center de la misma ciudad. Es autora de diversas obras bien conocidas y estimadas como: A Visual Motor Gestalt Test and Its Clinical Use, editada en 1938 y a Disomic Psychopathology of childhood, publicada en 1954.

Los psicólogos de la gestalt consideran que si las formas o configuraciones (gestalten) que se ven en el mundo se representan sobre el cerebro en una correspondencia puntual, entonces se sigue que la información sobre la función del cerebro, puede obtenerse estudiando cuidadosamente la experiencia perceptual. Es decir, la manera en como el observador represente lo que percibe puede ayudar a los psicólogos a descifrar lo que ocurre a nivel neurológico.

El Bender-Gestalt (B.G.) es de administración individual; contiene 9 figuras geométricas dibujadas en negro en tarjetas de 10 x 12.5 cm.



El Test clínico de Bender consiste, simplemente, en pedirle al sujeto que copie las 9 figuras (gestalten) dadas y en analizar y evaluar a través de las reproducciones así obtenidas cómo ha estructurado el sujeto esos estímulos perceptuales.

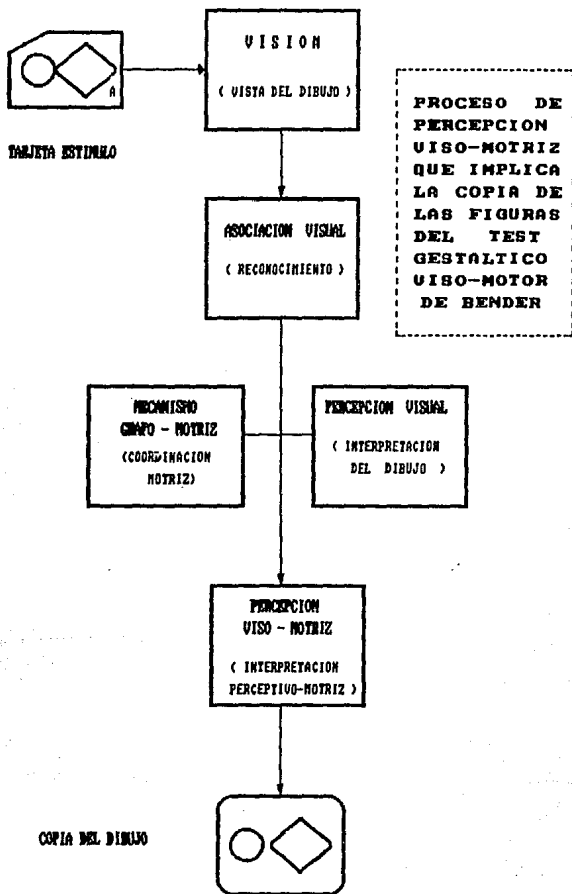
El esquema de la página siguiente muestra una representación del proceso de percepción visomotriz que implica la copia de las figuras del Test. En la parte superior aparece la tarjeta estímulo con el dibujo. Este dibujo o estímulo impacta la retina del niño y es transmitido al cerebro; suponiendo que el niño posea una visión normal, el dibujo es visto por él. Pero el hecho de que el niño pueda ver el dibujo no significa que pueda percibirlo o entenderlo.

No podemos decir que el sujeto es capaz de percibir correctamente el dibujo hasta que pueda determinar, que el dibujo de la ilustración consiste en un círculo y un cuadrado inclinado, y que ambos son aproximadamente del mismo tamaño, dispuestos en posición horizontal y tocándose el uno al otro. Cuando la persona pueda realizar todo esto se puede hablar de percepción visual.

Pero precisamente el hecho de que el individuo pueda percibir incluso describir o manejar correctamente lo que percibe no significa necesariamente que pueda copiarlo. Para copiar el sujeto tiene que traducir lo que percibe en una actividad motriz, es decir, debe traspasarlo al papel.

Un niño es capaz de realizar esta tarea con exactitud solamente si la integración de su percepción y de su coordinación motora ha alcanzado el nivel de madurez que habitualmente posee un niño de 8 ó 9 años. Antes de esa edad, incluso los niños normales acostumbran a tener dificultades para copiar el Test de Bender sin ninguna imperfección.

Por consiguiente, las dificultades en la copia de las figuras pueden ser debidas a inmadurez o mal funcionamiento de la percepción visual, de la coordinación motriz o de la integración de ambas.



### 2.1.1 APLICACIONES.

El B.G. es un test clínico de numerosas aplicaciones psicológicas y psiquiátricas. Demostró poseer un considerable valor en la exploración del desarrollo de la inteligencia infantil y en el diagnóstico de los diversos síndromes clínicos de deficiencia mental, afasia, desórdenes cerebrales orgánicos, psicosis mayores y psiconeurosis, tanto en niños como en adultos.

La función gestáltica visomotora está asociada con la capacidad del lenguaje y con diversas funciones de la inteligencia (percepción visual, habilidad motora manual, memoria, conceptos temporales y espaciales y capacidad de organización y representación); de ahí que midiendo en el sujeto el nivel de maduración de la función gestáltica visomotora por la copia de las figuras gestálticas, se pueda establecer su nivel de maduración.

La prueba ha brindado resultados importantes en la esquizofrenia infantil, y suministra informaciones útiles a los fines del diagnóstico de la debilidad mental, y alteraciones neurológicas relacionadas con daño cerebral; así como en las demencias infantiles.

El Test ha sido aplicado también en los adultos en lo que respecta al estudio de las demencias mentales, alcoholismo, síndromes postraumáticos, psicosis maniaco-depresiva, retardo mental y esquizofrenia. En virtud de su simplicidad y su especial enfoque para el estudio de los problemas relacionados con los traumatismos cerebrales, el B.G. ha sido vastamente aplicado en la última guerra mundial. Allí se probó su eficacia para el diagnóstico y control de la neurosis de combatientes en las organizaciones médicas del ejército, en los servicios de neuropsiquiatría de los hospitales generales, en las unidades de convalecientes de los hospitales militares, en las unidades de higiene mental y en los centros de rehabilitación. Ciertos investigadores han explorado el efecto de la medicación y las terapias de electroshock a través de las figuras del Bender. Su uso se va generalizando cada vez más en todos los centros de psicología aplicada del país y del mundo.

## **2.2 EL TEST GESTALTICO VISOMOTOR DE BENDER COMO INSTRUMENTO DE DIAGNOSTICO EN LOS NIÑOS.**

Se considera que el Bender-Gestalt es, en forma principal, una prueba perceptomotora. La ejecución del niño se considera como una función de percepción visual, coordinación motora, e integración visomotora. Sin embargo, con cierta frecuencia, los protocolos Bender-Gestalt también se han interpretado en forma diagnóstica, en especial para valorar la posibilidad de lesión o daño cerebral. Se han propuesto indicadores diagnósticos que están considerados para señalar "organicidad" (lesión cerebral). Pero cualquier indicador específico puede estar vinculado con uno o varios tipos de problemas. Por consiguiente, estos indicadores sirven para formular hipótesis, nunca deben usarse para hacer un diagnóstico estricto.

Al emplear el Bender-Gestalt, con fines diagnósticos, es importante señalar que debe usarse como parte de un conjunto de evaluaciones, donde la última palabra la dan siempre los estudios médicos.

### **2.2.1 ALTERACION NEUROLOGICA :**

Como ya se dijo, el Test Gestáltico Visomotor de Bender es una prueba psicológica que puede ser utilizada para determinar una posible lesión cerebral; sin embargo, los psicólogos rara vez ocupan este término en sus diagnósticos o recomendaciones finales. La razón radica en que las palabras daño o lesión cerebral no pueden usarse como tal, mientras no se demuestren clínicamente. Por consiguiente, aunque en el Test se manejen indicadores que pueden sugerir una lesión o daño cerebral, las decisiones del psicólogo estarán enfocadas a una alteración neurológica.

### 2.2.2 DAÑO Y LESION CEREBRAL:

Daño cerebral significa cualquier cambio estructural (anatómico) o fisiológico de carácter patológico en el tejido nervioso del cerebro. Bajo el término general de daño cerebral se incluyen trastornos cerebrales: traumatismo físico, malformaciones congénitas y enfermedades familiares hereditarias, trastornos vasculares cerebrales, afecciones convulsivas, tumores y lesiones, entre otros.

Algunos tipos de daño cerebral producen lesiones focales (por ejemplo, tumor intrínseco, accidente vascular cerebral y lesión focal de la cabeza), en tanto que otros suelen incluir una afección cerebral generalizada o difusa (como lesiones cerradas de la cabeza, enfermedades degenerativas y trastornos metabólicos). Para nuestro estudio la lesión puede considerarse como una alteración que puede ser secundaria a un daño estructural o funcional de un órgano.

La evaluación del daño cerebral, sobre todo en los niños, deberá ser una tarea conjunta entre neurólogo y psicólogo. El examen neurológico incluye el estudio de los nervios craneales, reflejos, postura, funciones sensoriales y sensoriomotoras, equilibrio corporal, habilidad fina de manipulación, funciones motoras, calidad de movilidad y un examen breve del nivel mental. Diversos procedimientos de laboratorio pueden aumentar el examen, incluyendo estudios detallados TAC (tomografía axial computarizada), electroencefalogramas (EEG), radiografía del cráneo, entre otros.

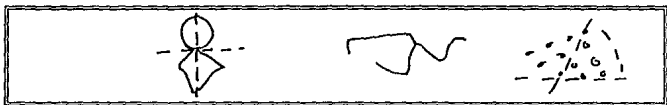
Los efectos del daño cerebral en niños pequeños son diferentes de los que produce en los adultos, ya que el cerebro del niño está físicamente inmaduro y todavía en proceso de desarrollo. Cuando un adulto sufre una lesión cerebral, suele haber pérdida o disolución de funciones previamente adquiridas, como alteración del lenguaje, memoria, relaciones sociales o inteligencia general. Cuando el niño sufre lesión cerebral, en lugar de haber una pérdida repentina de funciones, se suele dar una interferencia en su desarrollo. Si la interferencia es global, el resultado puede llegar a suscitar un retraso mental; en cambio, si ésta se restringe a una región específica, el resultado puede ser por ejemplo, dificultades en el habla o para reconocer formas.



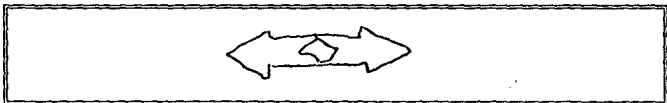
### 2.2.3 INDICADORES DE LESION CEREBRAL:

Muchos de los signos sugeridos como posibles indicadores diagnósticos de lesión cerebral forman parte del Sistema de Calificación del desarrollo del Bender. Algunos que pueden asociarse con daño ó lesión cerebral son los siguientes:

#### 1.- Rotación de la figura.



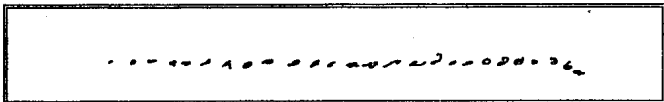
#### 2.- Dificultades con los ángulos, como: agregar ángulos u "orejas de perro".



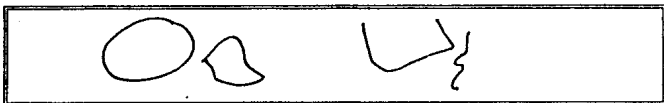
#### 3.- Destrucción de la gestalt o pérdida de la forma.



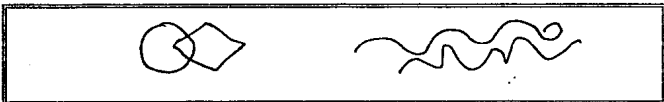
4.- Perseveración.



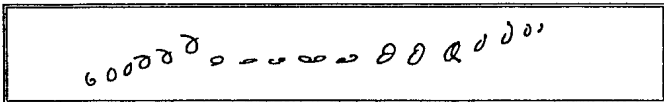
5.- Desproporción entre las partes de una figura.



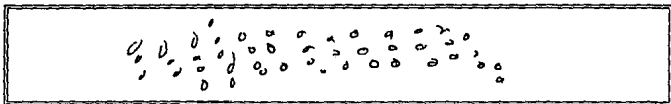
6.- Dificultades para integrar las partes de una figura.



7.- Substitución de círculos por puntos.



8.- Adición u omisión de una o más hileras de círculos.



Además, de los índices mencionados, el psicólogo debe considerar otros aspectos de la ejecución del niño, incluyendo el tiempo que tardó en copiar los dibujos, el espacio usado, conducta general y reconocimiento de sus errores. (4) A continuación se menciona cada uno de ellos.

**TIEMPO.**

Observar la rapidez con que termina el niño los dibujos. Algunos niños con lesión cerebral trabajan de manera impulsiva, completando la prueba en menos de tres minutos. Otros, necesitan mucho tiempo y esfuerzo, dibujan lenta y compulsivamente en un esfuerzo por compensar sus deficiencias.

**ESPACIO.**

El uso de más de una hoja de papel "expansionismo", también aparece en la ejecución de algunos niños con lesión cerebral o con alteración neurológica.

4 KOPITZ ELIZABETH. The Bender-Gestalt Test For Young Children.  
Grune & Stratton, Inc. 1964, pp 100-106.

#### OBSERVACIONES CONDUCTUALES.

También suelen aparecer ciertas tendencias conductuales: (a) recorrer el dibujo con un dedo antes de hacerlo, (b) rotar la tarjeta y el papel, entre otras actitudes. Además, algunos niños con daño o lesión cerebral, suelen tratar de desviar la atención de la tarea a una conducta destructiva.

#### RECONOCIMIENTO DEL ERROR.

Mediante el interrogatorio, podrá determinarse si los niños pueden reconocer o corregir sus errores.

El Bender Gestalt sólo evalúa la lesión cerebral que puede interferir con la discriminación visual y coordinación visomotora. Por último la presencia de problemas visomotores puede servir para determinar una posible alteración neurológica relacionada con daño cerebral a manera de hipótesis, pero jamás para diagnosticarla como tal.

Por tanto, parece obvio que un diagnóstico de alteración neurológica nunca deberá hacerse basandonos únicamente en el Bender-Gestalt. Sin embargo, si existen indicadores significativos del daño cerebral, debe considerarse la hipótesis. Entonces se necesitará la información obtenida de evaluaciones médicas, de desarrollo, educacionales y psicológicas para determinar si existe un problema neurológico real.

Los impedimentos físicos suelen afectar también el rendimiento en el Bender-Gestalt. Algunos niños con dibujos deficientes en el Test tienen problemas visuales ocultos, mientras que otros, que demuestran dificultades en su control motor, pueden estar sufriendo de los primeros signos de trastornos como distrofia muscular.

Los niños hiperactivos, que tienen dificultad para sentarse tranquilos, suelen cometer errores serios en la prueba. Es obvio que los niños con serios impedimentos visuales no pueden tomar el Bender-Gestalt a no ser que usen lentes.

Los puntajes B.G. de niños sordos suelen ser más bajos que los de aquéllos con audición normal. La sordera tiene muchos orígenes, incluyendo lesión cerebral, que pueden afectar la habilidad visomotora.

En el B.G. no aparecen diferencias sexuales. Las niñas de Kinder suelen obtener puntuaciones ligeramente superiores a las de los niños, pero éstas, desaparecen al llegar al primer año. Aunque las niñas maduran más temprano en su desarrollo visomotor, estas diferencias también desaparecen con el tiempo. (5)

### **2.3 METODO ESTANDAR PARA LA ADMINISTRACION DEL TEST DE BENDER.**

Para hacer la prueba a un niño, es necesario un lápiz del número 2 con borrador y una hoja de papel en blanco, tamaño carta. En la mesa debe haber hojas adicionales, por lo general, la misma cantidad que las tarjetas. Al examinado se le dice que se mostrarán nueve tarjetas, en forma individual, cada una con un diseño, y que debe copiarlas en el papel tan bien como sea posible.

5 KOPMTZ ELIZABETH. Diagnosing brain damage in young children with the Bender Gestalt test. J. Consult. Psychol., 1962, pp 541-546.

A continuación se enuncian las instrucciones que debe seguir el examinador o psicólogo para la correcta administración del test.

1.- Coloque el papel en posición vertical delante del niño. Permita que el niño ajuste el ángulo de inclinación del papel según su propia conveniencia, siempre que el eje mayor del papel esté más cerca de la vertical que de la horizontal. El papel no tiene que estar colocado en ángulo recto con el borde de la mesa. Los niños zurdos a menudo dibujan mejor si el papel esta colocado con un ligero ángulo.

2.- Después de que el papel haya sido colocado, alinie la tarjeta estímulo horizontalmente con el borde superior del papel.

3.- Deje que el niño coja y manipule la tarjeta estímulo si lo desea pero insista en que la tarjeta sea colocada de nuevo en la posición inicial.

4.- No permita que el niño copie una figura a partir de una tarjeta rotada. Si es necesario, insista en que usted quiere que el niño copie la figura exactamente en la forma en que se le presentó en el primer momento.

5.- Si el niño insiste en rotar o girar el papel mientras copia una figura, deje que lo haga. Pero una vez que la figura ha sido dibujada, ponga de nuevo el papel en su posición inicial. De esta forma, el niño empezará a copiar cada figura con el papel y la tarjeta estímulo en la misma posición.

6.- Presente luego cada tarjeta en forma individual. Se presentan en un orden específico, empezando con la A y siguiendo de la 1 a la 8. Las tarjetas están numeradas de manera sucesiva, en términos de dificultad aproximada. Al examinado se le permite que borre, pero los dibujos deben hacerse a mano, sin usar instrumentos mecánicos, como reglas y otros.

Los nueve dibujos se hacen en casi cinco minutos. Cualquier desviación considerable en el tiempo requerido para terminarlos debe anotarse. Por ejemplo, los niños que necesitan 15 minutos para copiar los diseños suelen adoptar un enfoque lento y metodológico de las situaciones, tendencias compulsivas o rasgos depresivos; en tanto que quienes terminan en menos de dos o tres minutos pueden tener un estilo impulsivo. ponga un signo de intercalación (/), después de cualquier dibujo que parezca haber rotado. El signo indica cuál es la parte superior de la hoja y permite distinguir entre los dibujos que se reprodujeron bien y los que fueron rotados. Por último hay que anotar la manera como el niño aborda la tarea (por ejemplo, el grado de impulsividad o compulsividad o habilidad para contrarrestar la frustración).

#### **2.4 SISTEMA DE CALIFICACION DEL DESARROLLO DEL BENDER SEGUN KOPPITZ.**

Una de las ventajas del Test Gestáltico Visomotor de Bender es que puede ser interpretado de diferentes formas en base a la aplicación que se le dé.

El Test de Bender ha sido usado con niños, para predecir el aprovechamiento escolar, para diagnosticar problemas de lectura y aprendizaje, para evaluar disturbios emocionales, retardo mental e incluso para el diagnóstico de alteraciones neurológicas relacionadas con daño cerebral.

Una exploración sistemática del Bender-Gestalt enfocado a niños fue realizada por la psicóloga Elizabeth M. Koppitz \* quien utilizó el Test para el diagnóstico de una posible alteración neurológica en niños de 5 a 10 años de edad.

\* La prominente psicóloga Elizabeth M. Koppitz estableció un sistema de calificación del Bender-Gestalt para niños pequeños basado en las investigaciones de la prueba y de las experiencias obtenidas como psicóloga de niños. Entre sus obras más importantes están: *The Bender-Gestalt Test For Young Children* publicada en 1964 y *The Bender Gestalt Test And Learning Disturbances In Young Children*, editada en 1958.

El sistema que utilizó Koppitz para valorar los dibujos Bender-Gestalt de niños pequeños es, seguramente, el más popular y objetivo para calificar la prueba y es ampliamente utilizado en los centros psicopedagógicos del país.

El sistema de calificación del desarrollo tiene su mayor relevancia en la evaluación de la percepción visomotora. Hay 30 reactivos ó items puntuables para calificar el desarrollo; cada uno recibe 1 ó 0 puntos, dependiendo de que ocurran errores o no. Los errores se clasifican en 4 tipos: <1> Distorsión de la forma, <2> Rotación, <3> Dificultades en la Integración y <4> Perseveración.

Puede usarse una hoja de calificaciones para registrar un punto por cada distorsión que haga el niño. Los puntos se suman para obtener una calificación total, que se compara luego con una tabla de datos normativos de la calificación del Bender con respecto a la edad del niño. Esta tabla contiene las puntuaciones individuales del Bender y las edades equivalentes al nivel de maduración de un niño. (Ver Apéndice 1)

A continuación se consideran las cuatro clases de errores usadas en el sistema de calificación de Koppitz. (A partir de éstos se obtienen los indicadores diagnósticos para cada figura)

#### <1> LA DISTORSION DE LA FORMA.

La Distorsión de la Forma implica la destrucción de la gestalt, como: figuras mal trazadas, desproporción entre los tamaños de los componentes de la figura; sustitución de puntos por círculos o rayas; sustitución de curvas por ángulos claros, o falta total de curvas en donde deberían existir ángulos. La Distorsión de la Forma debe calificarse en las figuras A, 3, 5, 6, 7 y 8.



#### <2> LA ROTACION.

La Rotación se califica cuando la figura o cualesquiera de sus partes es rotada 45 grados ó más. Este error se califica en las figuras A, 1, 2, 3, 4, 5 Y 8.

#### <3> LA INTEGRACION.

La Integración implica: (a) no lograr conectar bien las dos partes de una figura, ya sea porque se deja más de 3 milímetros de distancia entre ellas, o porque se sobreponen; (b) dos líneas no se cruzan o lo hacen en un sitio incorrecto, y (c) la omisión o adición de hileras de puntos, o la pérdida de la forma global, en el caso de las figuras compuestas de puntos o círculos. Las dificultades de integración pueden calificarse en las figuras A, 2, 3, 4, 5, 6 Y 7.

#### <4> LA PERSEVERACION.

La perseveración involucra aumento, continuación, o prolongación del número de unidades en el diseño. Se califica en tres diseños: (a) cuando, en la figura 1, hay más de 15 puntos en la hilera; (b) cuando hay más de 14 columnas de círculos en una hilera de la figura 2, y (c) cuando hay 6 o más curvas completas, en cualquier dirección, en la figura 6.

El sistema de puntuación de Koppitz fue diseñado para determinar el nivel de maduración de la percepción visomotriz de niños de 5 a 10 años. Después de los 10 años, el Test no puede considerarse como un test de desarrollo para niños normales. Una vez que la función viso-motriz de un niño ha madurado, su realización del Test tiende a ser más o menos perfecta, y ya no presenta ninguna dificultad para él.

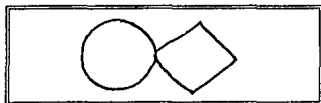
Los niños brillantes llegan a este punto a los 8 ó 9 años. Después de los 10 años, solamente los niños con una marca de inmadurez o disfunción en la percepción viso-motriz presentarán puntuaciones significativas.

El sistema de puntuación cuenta con 30 items individuales, teóricamente un niño podrá obtener una puntuación de 30, pero de hecho un niño raras veces obtiene una puntuación superior a 18 ó 20.

Si la puntuación va más allá de los 20 puntos, el protocolo es probablemente difícil de puntuar, y todo lo que puede decirse en tal caso es que la percepción viso-motriz está todavía a un nivel inferior a los 4 años.

#### 2.4.1 DESCRIPCIÓN Y EJEMPLOS PARA CALIFICAR LOS ITEMS KOPPITZ.

##### ■ FIGURA A.



##### 1. DISTORSIÓN DE LA FORMA:

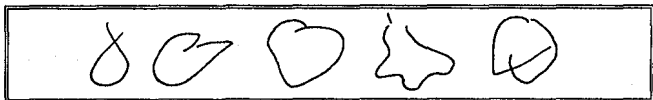
a) Se toma en cuenta cuando el círculo, cuadrado o ambos están excesivamente deformados.

Ejemplos que se computan:

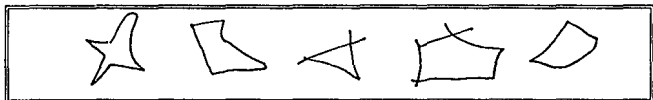
La dimensión más larga del círculo o del cuadrado es el doble de largo que la dimensión más corta.



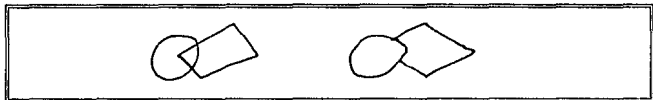
El círculo tiene puntas 6 ángulos.



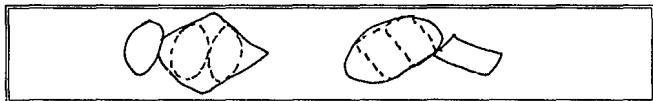
El cuadrado tiene "orejas" (ángulos extras) o falta de éstos.



Si el cuadrado se encuentra haciendo intersección con el círculo.



b) Desproporción entre el tamaño del círculo y del cuadrado; el área de uno es al menos el doble que el área del otro. Ejemplos que se computan:



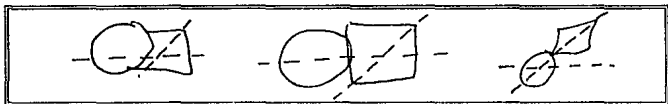
## 2. ROTACION:

Rotación total de la figura o parte de ésta en 45 grados ó más.

Ejemplos que se computan:



Rotación del eje del cuadrado.

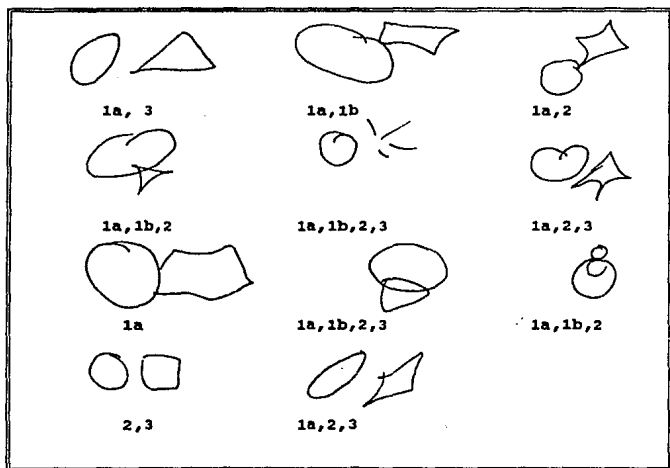


## 3. INTEGRACION:

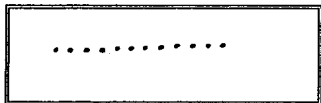
Falla en el intento de unir el círculo y el cuadrado; el círculo y el vértice adyacente del cuadrado se encuentran separados en más de 3mm. Esto se aplica también a la superposición.



EJEMPLOS DE CALIFICACION DE ITEMS PARA LA FIGURA A.

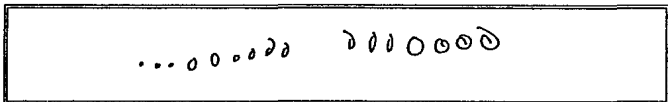


■ FIGURA 1.

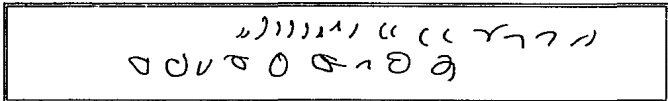


4. DISTORSION:

Cinco ó más puntos convertidos en círculos. El círculo es definido como un espacio abierto encerrado totalmente o parcialmente por una línea.  
Ejemplos que se computan:

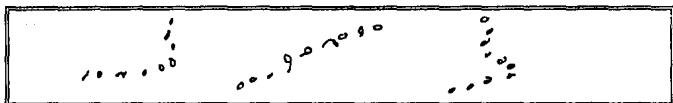


Puntos agrandados o círculos parcialmente llenados, rayas y curvas no se computan; en caso de duda no computar.  
Ejemplos que no se computan:



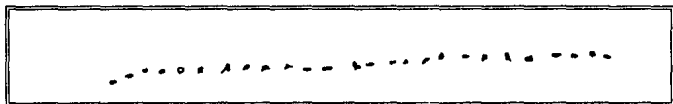
**5. ROTACION:**

La rotación de la figura en 45 grados o más.  
Ejemplos que se computan:



**6. PERSEVERACION:**

Más de 15 puntos en una hilera.  
Ejemplo:

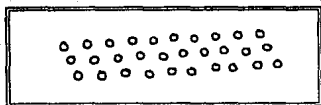


EJEMPLOS DE CALIFICACION DE ITEMS PARA LA FIGURA 1.



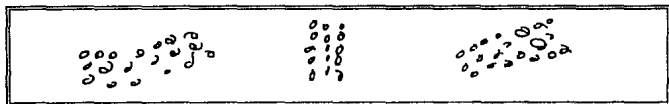


■ FIGURA 2.



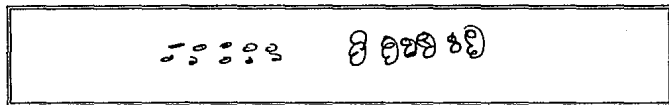
7. ROTACION:

Rotación de la figura por 45 grados o más.  
Ejemplos que se computan:



8. INTEGRACION:

Omisión de una o dos hileras de círculos; cuatro o más círculos en la mayoría de las columnas; adición de una hilera. Sustitución de puntos o rayas por círculos no se computa. Ejemplos que se computan:



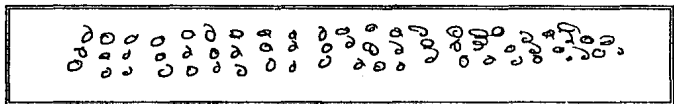
Ejemplos que no se computan:



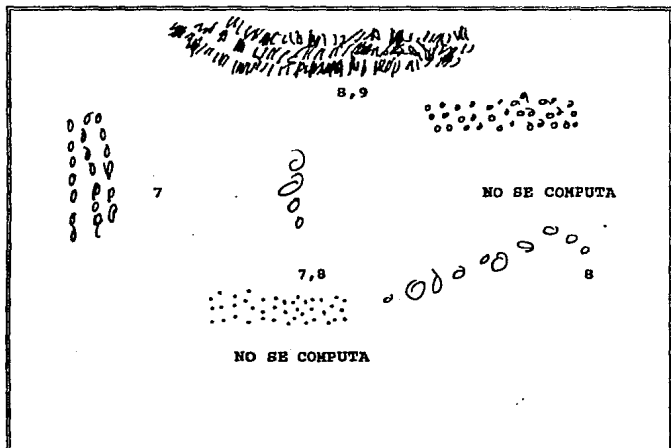
**9. PERSEVERACION:**

Más de 14 columnas de círculos en una hilera.

Ejemplos:



EJEMPLOS DE CALIFICACION DE ITEMS PARA LA FIGURA 2.

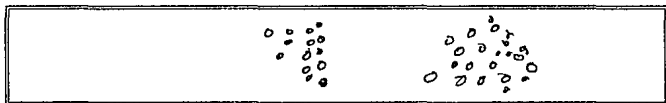


■ FIGURA 3.



10. DISTORSION:

Cinco o más puntos convertidos en círculos. Puntos agrandados o círculos parcialmente rellenos, rayas y curvas no se computan. En caso de duda no puntuar.  
Ejemplo:



11. ROTACION:

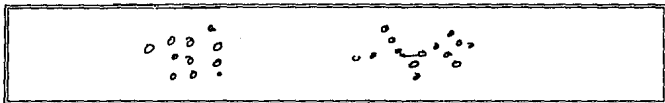
Rotación del eje de la figura por 45 grados o más.  
Ejemplos:



## 12. INTEGRACION:

a) Desintegración de la forma del diseño; aumento de cada hilera sucesiva de puntos no lograda; "cabeza de flecha" irreconocible o invertida; conglomeración de puntos; sólo una hilera de puntos. No contar un número incorrecto de puntos o la adición u omisión de hileras de puntos.

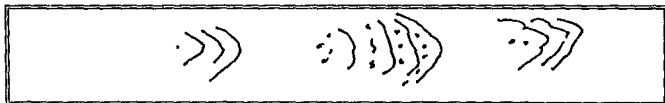
Ejemplos que se computan:



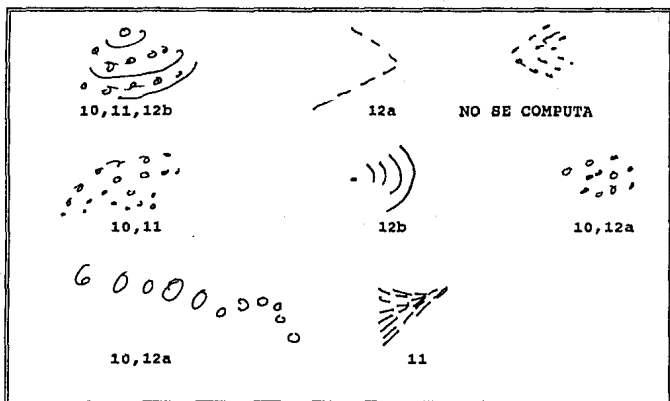
Ejemplos que no se computan:



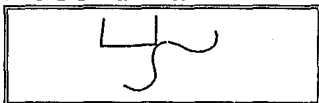
b) Línea continua en lugar de hilera de puntos; la línea puede sustituir a los puntos o estar agregada a éstos.



EJEMPLOS DE CALIFICACION DE ITEMS PARA LA FIGURA 3.



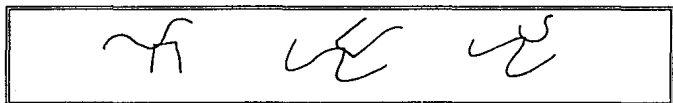
■ FIGURA 4.



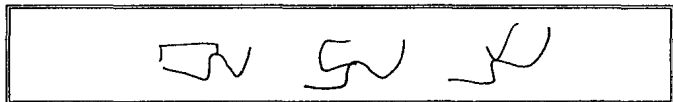
### 13. ROTACION:

Rotación de la figura total o parte de ésta en 45 grados o más.

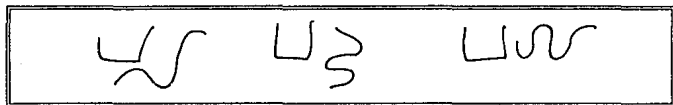
Ejemplos de Rotación o inversión de la figura:



Ejemplos de rotación de la caja abierta:



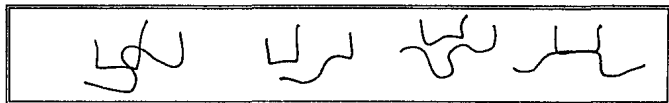
Ejemplos de rotación de la curva:



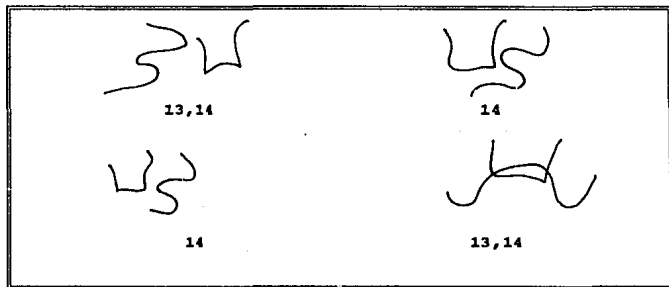
**14. INTEGRACION:**

Una separación de más de 3mm. entre la curva y el ángulo adyacente; lo mismo se aplica a la superposición (curva adherida a todo un lado de la caja).

Ejemplos:



**EJEMPLOS DE CALIFICACION DE ITEMS PARA LA FIGURA 4.**





■ FIGURA 5.



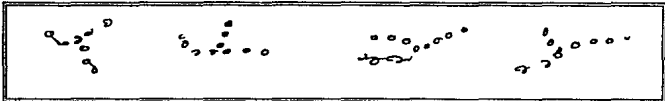
15. DISTORSION DE LA FORMA:

Cinco o más puntos convertidos en círculos.  
Ejemplo:



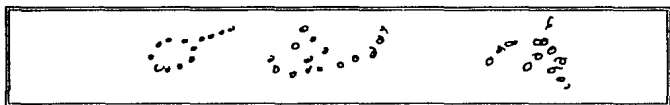
16. ROTACION:

Rotación de la figura total o parte de ésta en 45 grados o más.  
Ejemplos:



## 17. INTEGRACION:

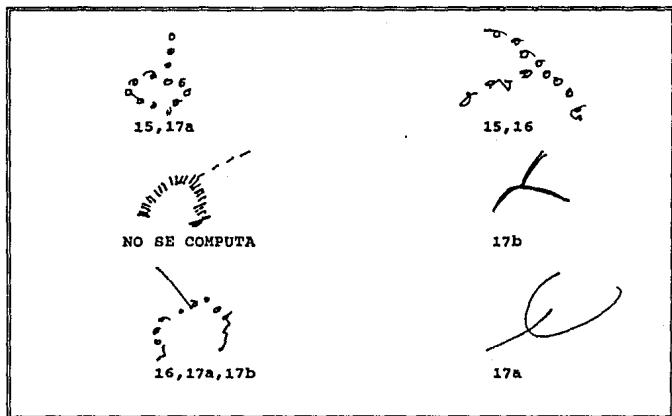
a) Desintegración de la forma del diseño; conglomeración de puntos; línea recta o círculo de puntos en lugar de un arco.  
Ejemplos que si se computan:



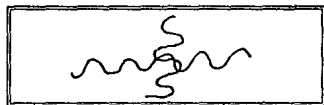
Ejemplos que no se computan:



EJEMPLOS DE CALIFICACION DE ITEMS PARA LA FIGURA 5.



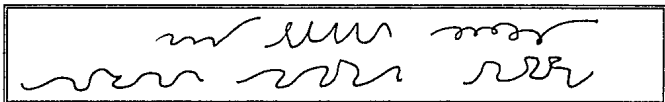
■ FIGURA 6.



**18. DISTORSION DE LA FORMA:**

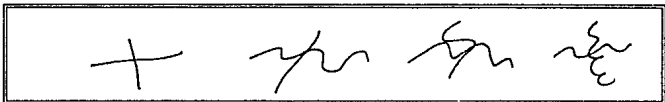
a) Tres o más curvas sustituidas por ángulos o puntas. En caso de duda no computar.

Ejemplos:



b) Líneas rectas; menos de dos curvas sinusoidales completas o ninguna curva en una o ambas líneas.

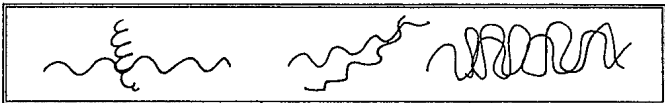
Ejemplos:



**19. INTEGRACION:**

Las dos líneas no se cruzan o se cruzan en un extremo de una o de ambas líneas; dos líneas onduladas entrelazadas.

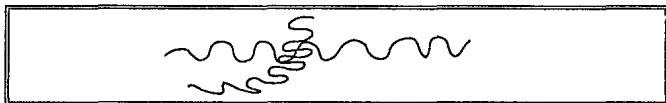
Ejemplos:



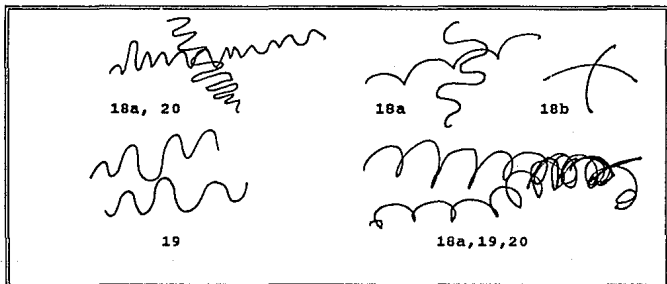
**20. PERSEVERACION:**

Seis o más curvas sinusoidales completas en cualquiera de las dos direcciones.

Ejemplo:



**EJEMPLOS DE CALIFICACION DE ITEMS PARA LA FIGURA 6.**



■ FIGURA 7.



21. DISTORSION DE LA FORMA:

a) Desproporción entre el tamaño de los dos hexágonos; el área de uno debe ser por lo menos el doble de grande que el área del otro.

Ejemplos:



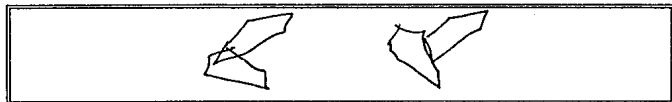
b) Los hexágonos están excesivamente deformados; adición u omisión de ángulos en uno o ambos hexágonos; "orejas o curvas por ángulos".

Ejemplos:



**22. ROTACION:**

Rotación de toda la figura o parte de esta en 45 grados o más.  
Ejemplos:

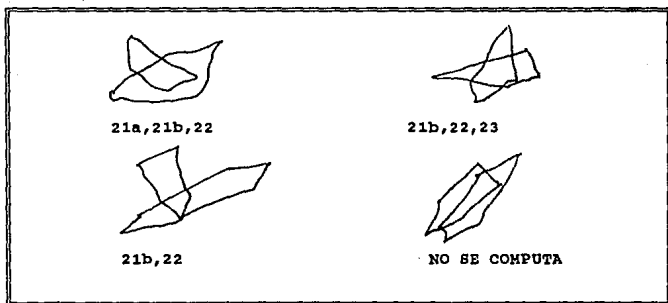


**23. INTEGRACION:**

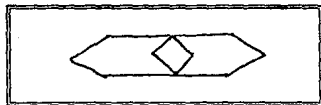
Los hexágonos no se superponen, es decir un hexágono penetra a través del otro.  
Ejemplos:



EJEMPLOS DE CALIFICACION DE ITEMS PARA LA FIGURA 7.



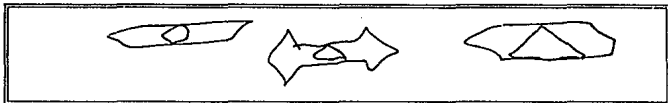
■ FIGURA 8.





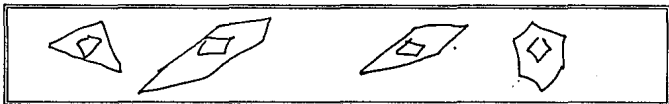
**24. DISTORSION DE LA FORMA:**

El hexágono y/o el rombo están excesivamente deformados; ángulos agregados u omitidos; rombo omitido.  
Ejemplos:

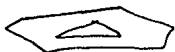


**25. ROTACION:**

Rotación de la figura en 45 grados o más.  
Ejemplos:



EJEMPLOS DE CALIFICACION DE ITEMS PARA LA FIGURA 8.



24



NO SE COMPUTA



24,25



24,25

#### 2.4.2 INDICADORES INDIVIDUALES ASOCIADOS A DAÑO O LESION CEREBRAL.

Las normas de Koppitz se basaron en una serie de muestras de niños de primaria de 5 a 10 años de edad, que fue tomando a lo largo de sus investigaciones, las muestras se componían de niños de diferentes razas y nacionalidades del mundo, residentes de áreas rurales, pueblos pequeños, suburbios y grandes centros metropolitanos.

Koppitz dividía la muestra de estudio en dos grupos, uno formado por niños cuyo diagnóstico clínico mostraba que tenían lesión cerebral y el otro compuesto por niños perfectamente normales (Grupo Control). Al aplicarles la prueba de Bender notó que algunas distorsiones en la copia de los dibujos se hacían más comunes y frecuentes en los niños con daño cerebral que en los del grupo control. Esto lo llevó a pensar que algunos ítems del sistema de calificación del desarrollo del Bender eran diagnósticamente significativos ó altamente significativos para diferenciar entre niños con daño cerebral y sin daño cerebral.

Las conclusiones a las que llegó Koppitz se traducen en las siguientes normas: (Ver Apéndice 2 y Apéndice 3)

#### F I G U R A A:

1a) Distorsión: Fue uno de los pocos ítems que diferenciaba significativamente entre ambos grupos de sujetos en todas las edades. A la edad de cinco y seis años todos los niños del grupo control, con sólo dos excepciones dibujaban el círculo y el cuadrado correctamente; casi ninguno de los niños con lesión pudo hacerlo antes de los siete años.

1b) La Desproporción entre el círculo y el cuadrado se daba con la misma frecuencia en ambos grupos en la edad de cinco y seis años. Gradualmente disminuía en frecuencia en ambos grupos, pero con mayor rapidez en los sujetos de control.

2) La Rotación se encontró consistentemente con mayor frecuencia en el grupo con lesión pero la diferencia no es estadísticamente significativa hasta los siete años.

3) La integración de las partes era mucho más difícil de lograr para los niños lesionados en todas las edades. Es estadísticamente significativa a partir de los siete años.

#### FIGURA 1:

4) La sustitución de puntos por círculos y redondeles se daba significativamente más a menudo en los niños con daño cerebral en todas las edades.

5) La Rotación se daba muy raramente y casi exclusivamente en los sujetos con lesión cerebral.

6) La perseveración es común a todos los niños hasta los 7 años, alrededor de los 8 aparece principalmente en el grupo con lesión.

#### FIGURA 2:

7) Se encontró rotación en ambos grupos hasta los 8 años, luego no aparece en el grupo control.

8) Integración: la adición u omisión de hileras es muy común en los niños muy pequeños. No se da en el grupo control después de los 6 años. Este ítem de puntuación tiene considerable valor diagnóstico para los niños mayores de 6 años.

9) Perseveración: es común en todos los niños hasta los 7 años. A los 8 sólo se encuentra en el grupo con lesión cerebral y tiene gran significación diagnóstica.

### FIGURA 3:

10) Sustitución de puntos por círculos: se da hasta cierto punto en ambos grupos, aunque con mayor frecuencia en los sujetos con daño cerebral.

11) La rotación es común en todos los niños hasta los 7 años. A los 8 tiende a desaparecer en el grupo control pero persiste en el grupo con lesión cerebral.

12a) Integración de la forma: la mayoría de los niños normales pudieron reproducir la gestalt básica de la figura 3 después de los 5 años. Los niños con lesión cerebral hallaron difícil este ítem hasta los 9 años. es diagnosticamente significativo desde los 6 años.

12b) La sustitución de los puntos por una línea se dio muy raramente. Cuando ocurre, es altamente significativa, ya que se dio exclusivamente en los niños lesionados en edad escolar.

### FIGURA 4:

13) La rotación tiene gran significación diagnóstica en todas las edades. A los 7 años sólo raramente se da en el grupo control.

14) La integración de la curva y el cuadrado era muy difícil para los niños con lesión cerebral en todas las edades. La mayoría de los niños del grupo control no tenían dificultades con este ítem.

### FIGURA 5: .

15) La sustitución de los puntos por círculos parece no discriminar entre ambos grupos antes de los 9 años.

16) La rotación se encontró hasta cierto punto en ambos grupos, sin embargo se dio significativamente con más frecuencia en los sujetos lesionados en todas las edades.

17a) Distorsión de la configuración básica: se encontró raramente tanto en uno como en otro grupo. Este ítem no discrimina bien entre sujetos lesionados y los que no lesionados.

17b) La sustitución de puntos por líneas se encontró sólo en los sujetos lesionados. Este tipo de dibujo es muy primitivo. Su presencia tiene alto valor diagnóstico para niños en edad escolar.

#### FIGURA 6:

18a) La sustitución de curvas por ángulos se dio consistentemente más a menudo en el grupo con lesión cerebral, pero en ninguna edad el grupo control estuvo enteramente libre de esta distorsión. Ningún niño lesionado pudo dibujar correctamente las curvas sinusoidales antes de los siete años.

18b) La sustitución de las curvas por líneas rectas es una respuesta muy primitiva. se daba ocasionalmente en el grupo con lesión cerebral pero sin la frecuencia necesaria para el cómputo estadístico. Cuando se daba, era diagnósticamente significativo de lesión cerebral.

19) Integración: La falla al cruzar las dos líneas es un tipo primitivo de respuesta. Cuando ocurre es diagnósticamente significativo en niños con daño cerebral.

20) La perseveración es común en todos los niños hasta los 7 años. A partir de los 8 tiene alta significación diagnóstica. Se observó en el grupo cerebral en todas las edades.

#### FIGURA 7:

21a) La desproporción entre ambos hexágonos es común en todos los niños hasta los 7 años. Después de los 8 se encontró significativamente con mayor frecuencia en los sujetos con lesión.

21b) La adición u omisión de ángulos en los hexágonos es muy común en los niños lesionados de todas las edades. Ninguno de los sujetos de este grupo pudo dibujar correctamente los hexágonos antes de los 8 años. sin embargo muchos de los sujetos de control encontraron difícil esta tarea. A pesar de la alta significación estadística de este ítem en todas las edades, este punto en particular tiene sólo limitado valor diagnóstico.

Su mayor utilidad radica en que sugiere la ausencia de daño cerebral cuando un niño menor de 8 años puede dibujar los ángulos correctamente.

22) La rotación es común en todos los niños hasta los 6 años. Desde los 7 este tipo de dibujo tendría a desaparecer en el grupo control, y se vuelve diagnosticamente significativo de la existencia de daño cerebral.

23) A los niños menores de 6 años les resultó difícil la integración de los hexágonos. Después de esta edad, el fracaso en la integración de los hexágonos, se da primariamente en grupos con lesión cerebral.

#### **F I G U R A 8:**

24) Distorsión: La adición u omisión de ángulos en el hexágono o el rombo es común en todos los niños hasta los 6 años. Posteriormente la presencia de este ítem adquiere significación diagnóstica y se da con mucha mayor frecuencia en el grupo de los sujetos lesionados.

25) La rotación ocurre raramente en niños de edad escolar. Cuando aparece es exclusiva de los niños con daño cerebral. Este ítem es de considerable valor en todas las edades.

## **2.5 APLICACION Y EVALUACION DEL TEST DE BENDER PARA DETERMINAR UNA POSIBLE ALTERACION NEUROLOGICA INFANTIL**

La validez de un diagnóstico de alteración neurológica relacionado con daño cerebral se remarca cuando la prueba de Bender es examinada tanto por el sistema de calificación total del desarrollo del Bender, como por los items individuales asociados con lesión o daño cerebral infantil. La presencia de indicadores de daño cerebral en la prueba de Bender puede servir de clave para distinguir la suficiente ó deficiente calificación del niño al aplicarle la prueba de Bender. Una deficiente calificación y la presencia de ciertos indicadores de daño cerebral pueden sugerir que el niño tiene una alteración neurológica de este tipo. Así mismo, un deficiente puntaje sin indicadores altamente significativos de lesión cerebral pueden sugerir un bajo nivel de maduración, pero no un mal funcionamiento de la percepción visomotora. Los siguientes casos ilustran mejor lo anterior:

### **2.5.1 DOS CASOS SIMILARES PERO CON DIFERENTE HIPOTESIS- DIAGNOSTICO.**

#### **EL CASO DE JAIME:**

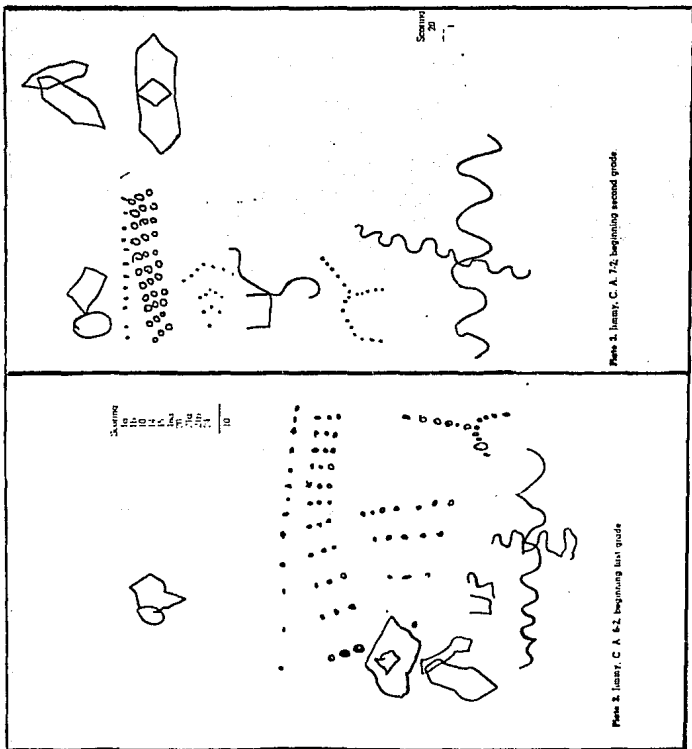
Jaime es un niño de 6 años, 2 meses que obtuvo una calificación de 10 al aplicárséle la prueba de Bender; sin embargo este puntaje estaba por debajo del promedio de desempeño en el Test en niños de su edad (Ver apéndice 1). El presentó los siguientes items: #1a, 1b, 10, 14, 15, 18a, 20, 21a, 21b y 24. (La figura 1 muestra el puntaje obtenido en la prueba de Bender a los 6 años, 2 meses.) De estos items de calificación sólo el #1a (distorsión en la figura A) y #14 (Integración de partes en la figura 4) son considerados para sugerir un daño cerebral en un niño de 6 años de edad; sin embargo, estos dos items también suelen presentarse en niños sin daño cerebral (Ver apéndice 2). La hipótesis que se tomó en este caso fue que Jaime tenía un bajo nivel de maduración.



Un año después se le volvió a aplicar la prueba y el puntaje que obtuvo en esta ocasión fue de 1, con lo cual se sostuvo la hipótesis (la figura 2 muestra el puntaje obtenido a los 7 años, 2 meses); la percepción viso-motora de Jaime había madurado considerablemente y se reflejaba en su sobresaliente desempeño escolar.

#### EL CASO DE MIKE:

Mike es un niño de 6 años 2 meses, también tuvo un puntaje de 10 en la prueba del Bender (ver figura 3). El presentó los siguientes ítems: #2, 8, 12a, 13, 14, 18a, 20, 21a, 21b, y 24. De estos, sólo cinco son considerados indicadores significativos para sugerir un daño cerebral. Estos son, #2 (rotación de la figura A), #8 (omisión de una hilera en la figura 2), #12a (desintegración de la forma del diseño en la figura 3), #13 (rotación de la figura 4), y #14 (falla al integrar la figura 4). Dos de estos ítems, #8 y #13, son altamente significativos y ocurren exclusivamente en niños con daño cerebral: (Ver apéndice 2). Esto llevo a sustentar la hipótesis de que Mike posiblemente tenía una alteración neurológica. Esta hipótesis se sostuvo al aplicárséle la prueba un año después, en la cual no presentó ningún progreso (ver figura 4). Desde entonces Mike ha sido tratado médicamente ya que se comprobó que sufría de una lesión cerebral.

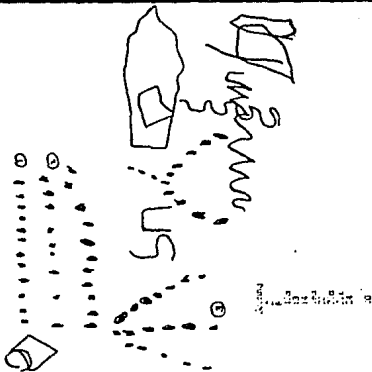


Scoring  
20  
1

Scoring  
10  
10  
14  
14  
14  
14  
14  
14  
14  
10

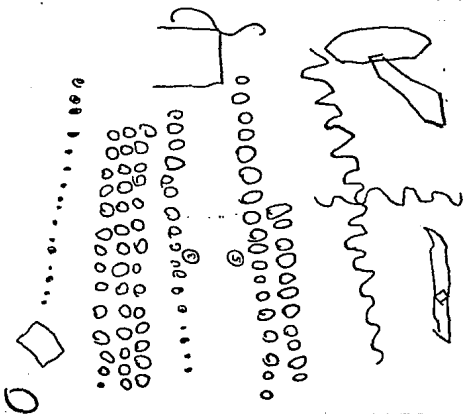
Plate 3. Linsay, C. A. 7.2, beginning second grade.

Plate 2. Linsay, C. A. 6.2, beginning first grade.



Scoring  
 1 10  
 2 12  
 3 14  
 4 16  
 5 18  
 6 20  
 7 22  
 8 24  
 9

Plate 4. M.I.S. C. A. 6.2 Beginning first grade



Scoring  
 1 10  
 2 12  
 3 14  
 4 16  
 5 18  
 6 20  
 7 22  
 8 24  
 9

Plate 5. M.I.S. C. A. 7.2 Beginning second grade

**CAPITULO III**  
**IDENTIFICACION Y DEFINICION**  
**DEL PROBLEMA**

### III. IDENTIFICACION Y DEFINICION DEL PROBLEMA

" Los problemas son  
oportunidades para  
demostrar lo que  
se sabe."

DUKE ELLINGTON.

#### 3.1 DEFINICION DEL PROBLEMA.

El tema se eligió en virtud de que, en la actualidad, en México existe un gran número de niños que tienen problemas para aprender. Las estadísticas muestran que muchos de estos niños tienen estos problemas por una serie de causas que en ocasiones conllevan a una incapacidad de aprendizaje. Una de estas causas puede ser una alteración neurológica relacionada con lesión cerebral, desgraciadamente no es fácil identificar a un niño con este problema, por lo tanto es necesario evaluarlo para conocer si tiene o no un problema de este tipo.

En general, los psicólogos evalúan al niño a través de pruebas especiales, una de éstas es el TEST GESTALTICO VISOMOTOR DE BENDER el cual sirve para valorar la posibilidad de una lesión cerebral en niños menores de diez años de edad (ver capítulo II).

Al evaluar esta prueba el examinador organiza la información manualmente sin recurrir al libro de evaluación del Test, lo cual provoca que a veces se llegue a calificar subjetivamente o que las conclusiones sean erróneas. Esto no significa que el humano no evalúe profesionalmente o que las computadoras hagan mejor el trabajo; sin embargo, un Sistema Experto en esta materia podría ayudar al Psicólogo en la toma de decisiones.

Sabemos que la mente humana no puede procesar toda la información simultáneamente o sistemáticamente como una computadora, así que un Sistema Experto sería muy útil en la detección de una posible alteración neurológica infantil, no olvidando que los estudios médicos darían la última palabra sobre la hipótesis-diagnóstico de la misma.

Así también, es evidente que el Sistema Experto propuesto no tomaría las decisiones finales, ya que tanto éstas, como las recomendaciones seguirían siendo tarea del evaluador.

Para demostrar lo anterior se plantea en esta investigación la arquitectura del Sistema Experto que ayude a detectar una posible alteración neurológica infantil (relacionada con lesión cerebral) utilizando la prueba del Bender, con la finalidad de comprobar las ventajas y desventajas que tendría el desarrollo del mismo en un futuro próximo como herramienta útil en el campo de la Psicología del Aprendizaje Infantil.

### **3.1.1 OBJETIVO GENERAL**

Plantear la arquitectura del Sistema Experto que ayude a diagnosticar una posible alteración neurológica infantil.

### **3.1.2 HIPOTESIS DEL PROBLEMA**

El planteamiento de un Sistema Experto que "diagnostique" (hipótesis-diagnóstico) adecuadamente la presencia de una posible alteración neurológica infantil, demostrará la eficiencia que tendría el desarrollo del Sistema Experto como herramienta auxiliar en el campo de la Psicología del Aprendizaje Infantil.

### 3.1.3 OBJETIVO DEL SISTEMA EXPERTO

El Sistema Experto que se propone sería capaz de colaborar con el psicólogo, sirviéndole como herramienta en la detección de una posible alteración neurológica infantil, a) calificando la prueba del Bender como lo haría cualquier experto que utilizará la Teoría de Koppitz para ello, b) organizando la información simultánea y rápidamente, c) evitando lo más posible la subjetividad en la evaluación, y sobre todo d) demostrar que los Sistemas Expertos por grandes o pequeños que éstos sean pueden ser de gran utilidad en el campo de la Psicología del Aprendizaje Infantil.

## 3.2 ADQUISICION DE CONOCIMIENTOS

Una de las responsabilidades más importantes del Ingeniero en Conocimiento es precisamente la **ADQUISICION DE CONOCIMIENTOS**. La Adquisición de Conocimientos es definida como el proceso de identificar, extraer, documentar y analizar el proceso de información con respecto al dominio de los expertos, con la finalidad de definir la base de conocimientos y el mecanismo de inferencia de un sistema experto determinado.

La adquisición y análisis de conocimientos es el "cuello de botella" en los proyectos de desarrollo de sistemas expertos.

Las principales razones:

a) La mayoría de los Expertos no están familiarizados con los sistemas expertos, por lo tanto son incapaces de describir sus conocimientos en forma articulada y útil.

b) Los Ingenieros del Conocimiento son por lo general totalmente ignorantes acerca del área del experto.

c) Los expertos frecuentemente no pueden explicar qué reglas utilizan ni cómo su proceso de razonamiento llega a alguna conclusión.

Para identificar cómo sería la base de conocimiento del Sistema Experto mencionado, fue indispensable adquirir los conocimientos necesarios sobre el Test Gestáltico Visomotor de Bender y su evaluación; éstos conocimientos tenían que ser obtenidos del experto humano. Para ello se utilizaron una serie de técnicas orientadas a extraer la información requerida para la solución del problema. Una vez realizado ésto, se pudieron crear las reglas adecuadas para el sistema propuesto.

El interés por plantear un sistema experto que sirviera de herramienta en el área de la Psicología del Aprendizaje Infantil, tomó mayor motivación cuando se realizó la entrevista con la Psicóloga María de los Angeles Aguirre Unzueta quien trabaja actualmente en el Centro Psicopedagógico 18 de la SEP. Entre las actividades profesionales que realiza diariamente están:

- 1) El diagnóstico por medio de pruebas psicológicas como: WISCR-H, TERMAN MERRIL, FIGURA HUMANA y EL TEST GESTALTICO VISOMOTOR DE BENDER entre otras.
- 2) Proporciona apoyo psicológico a niños y,
- 3) Da orientación a padres de familia.



Durante toda la investigación ella fue la EXPERTA, ya que se considero que por su experiencia y dominio de las pruebas psicológicas aplicadas a niños, podría proporcionar la ayuda necesaria para comprender los procesos y reglas requeridas para plantear un sistema experto que determinara una posible alteración neurológica infantil utilizando la prueba del Bender dado que fue este Test el que suscitó mayor interés.

Al respecto, se puede decir que la motivación del experto es la clave para tener éxito en la adquisición de conocimientos. La amabilidad, buen trato y paciencia son factores importantes para obtener la confianza del experto. Algunos expertos se rehúsan a colaborar con el Ingeniero en Conocimiento por razones como:

- \* No creen que un Sistema Experto pueda ser capaz de servir como herramienta para la resolución de los problemas que ellos acostumbran solucionar.

- \* Algunos otros piensan que el colaborar en la creación de un Sistema Experto más que ayudarles les perjudica, pues temen ser desplazados por éste, perdiendo así su trabajo.

- \* Otros son reservados y prefieren no transmitir sus conocimientos, casi siempre por el clásico argumento de " el conocimiento es poder".

Es por ello que es indispensable utilizar un estilo personal agradable, y una serie de técnicas apropiadas para proporcionar los requerimientos motivacionales a cualquier experto.

### 3.2.1 OBJETIVOS DE LA ADQUISICION DE CONOCIMIENTOS:

Los objetivos de la adquisición de conocimientos pueden dividirse en CONOCIMIENTO PRELIMINAR y CONOCIMIENTO DETALLADO.

**a) CONOCIMIENTO PRELIMINAR:**

El objetivo de la adquisición de conocimientos preliminar, es lograr que durante las entrevistas o consultas con el experto, se puedan identificar:

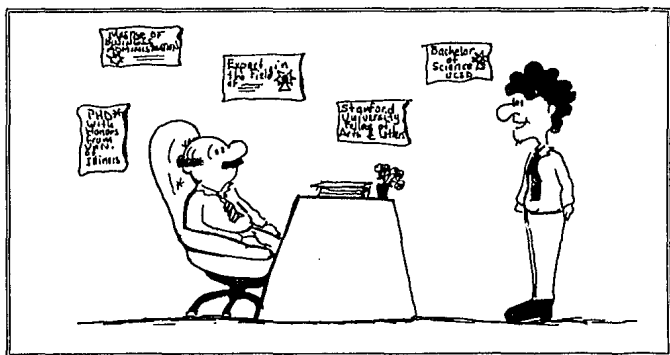
- \* los términos y conceptos básicos del tema.
- \* las entradas y salidas del sistema.
- \* soluciones típicas o clases de soluciones.
- \* estrategias y procedimientos del experto para resolver los problemas.

**b) CONOCIMIENTO DETALLADO:**

El objetivo de la adquisición de conocimientos detallada, es ganar el conocimiento "privado" del dominio del experto, el conocimiento que refleja años de entrenamiento y experiencia, con la finalidad de identificar:

- \* relaciones entre datos y reglas.
  - \* jerarquía de reglas, que reglas llevan directamente a las conclusiones.
  - \* alternativas sobre estrategias para resolver problemas.
  - \* estrategias y procedimientos del experto para resolver los problemas.
- entre otras.

## EVITE LA MALA ADQUISICION DE CONOCIMIENTOS



¿ PODRIA DECIRME TODO LO QUE SABE EN CINCO MINUTOS? ...

En la tabla siguiente se mencionan cada una de las técnicas de Ingeniería del Conocimiento utilizadas durante la ADQUISICION DE CONOCIMIENTOS.

### 3.2.2

#### TECNICAS DE INGENIERIA DE CONOCIMIENTO ENFOCADAS A LA ADQUISICION DE CONOCIMIENTOS DEL TEST DE BENDER

3.2.2.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	Entrevista Enfocada	Investigación de medios escritos		
3.2.2.2 CICLO DE ENTREVISTAS	Entrevista Estructurada	Autoreports en voz alta	Casos de prueba	Asociación Sistemática entre Síntomas y Fallas
3.2.2.3 ANALISIS	Análisis de la Teoría	Análisis de Procedimientos	Adquisición de decisiones	
3.2.2.4 TECNICAS DE VALIDACION DE CONOCIMIENTOS	Revisión	Retroenseñanza		

#### 3.2.2.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

**ENTREVISTA ENFOCADA:** El objetivo de utilizar este tipo de entrevista fue para adquirir un conocimiento global pero completo de la prueba de Bender a través de una conversación ordinaria.

**INVESTIGACION DE MEDIOS ESCRITOS:** En esta etapa se realizó un estudio y análisis del Test de Bender por medio de libros y manuales relacionados con el tema. (Todos ellos basados en la autora Elizabeth Koppitz y Lauretta Bender)

### **3.2.2.2 CICLO DE ENTREVISTAS**

**ENTREVISTA ESTRUCTURADA:** Esta clase de entrevista parece más un interrogatorio que una conversación, por tanto fue necesario preparar una serie de preguntas con la finalidad de obtener información más detallada y profunda de la prueba.

**AUTOREPORTE EN VOZ ALTA:** Esta técnica-entrevista sirve para investigar las estrategias de razonamiento empleadas al resolver problemas. Para aplicarla pedí a la experta que calificara la prueba del Bender como siempre lo hacía. Los comentarios y explicaciones que recibí durante este proceso me fueron de mucha utilidad, sobre todo para aclarar dudas.

**CASOS DE PRUEBA:** Esta técnica-entrevista sirve para verificar el comportamiento del sistema. Una vez entendida la prueba de Bender, cuestionaba a la experta sobre casos de evaluación que me ayudaran a comprender los criterios y estrategias que ella utilizaba para calificar el Bender-Gestalt.

**ASOCIACION SISTEMATICA ENTRE SINTOMAS Y FALLAS:** El material de estímulo para esta técnica es la lista de todas las posibles fallas o problemas y sus posibles síntomas. Aquí mi experta estableció una relación entre los síntomas y soluciones a que se llegan cuando se quiere tomar una decisión en la evaluación del mencionado Test. De igual modo, Elizabeth Koppitz, autora del libro THE BENDER-GESTALT TEST FOR YOUNG CHILDREN, establece una serie de indicadores ó síntomas que señalan procedimientos y acciones a seguir para determinar una posible alteración neurológica infantil.

### 3.2.2.3 ANALISIS

**ANALISIS DE LA TEORIA:** Implica la comprensión del Test de Bender en base a sus teorías y fundamentos.

**ANALISIS DE PROCEDIMIENTOS:** Esto involucra el estudio de las acciones y procesos que se llevan a cabo para calificar la prueba. En esta etapa se decidió utilizar los conocimientos adquiridos por la experta, pero enfocados totalmente a los procedimientos que sigue la Dra. Elizabeth Koppitz (psicóloga que adaptó la prueba del Bender para aplicarla en niños) debido a que éstos se fundamentan en varios experimentos por medio de los cuales se ha comprobado la efectividad de los procesos, y a que son el pilar de cualquier otro método o técnica aplicado a esta clase de problema.

**ADQUISICION DE DECISIONES:** Esta etapa consistió en hacer un escrutinio concienzudo del contexto en que se toman las decisiones. Aquí se realizó una descripción completa de la situación en que se toma una decisión, la cual se formuló como una lista de atributos clave y de sus posibles valores.

### 3.2.2.4 TECNICAS DE VALIDACION DE CONOCIMIENTOS

**REVISION:** Por medio de esta técnica se llevó a cabo la verificación de la comprensión del Test de Bender, ya que mediante una tabla de atributos se discutió con la experta la veracidad y aplicabilidad de cada proposición. Con esta actividad se deshecharon las proposiciones poco aplicables a la actividad en cuestión, evitando considerarlas.

**RETROENSEÑANZA:** En esta técnica se desempeñó el papel de la experta, explicando algunos conceptos o razonamientos asociados a procesos particulares. Así mismo se realizó una simulación de la actividad de la experta delante de ella con la finalidad de comprobar la validez de las reglas.

### **3.3 ANALISIS DE LA INFORMACION**

Todos los elementos que comprenden el proceso de toma de decisiones en la experta ya mencionada: objetivos ó goals, hechos ó facts, reglas y mecanismo de inferencia deben ser integrados en el sistema experto planteado.

Si determinamos que procesos realiza la mente de la experta cuando toma una decisión, podremos encontrar fácilmente el diseño del sistema experto.

Primero que nada será necesario definir el sistema experto que se desea plantear:

**SISTEMA EXPERTO PARA LA OBTENCION DE INDICADORES DIAGNOSTICOS QUE DETERMINEN UNA POSIBLE ALTERACION NEUROLOGICA INFANTIL BASADO EN EL TEST GESTALTICO VISOMOTOR DE BENDER.**

### **3.3.1 DEFINICION DE METAS**

El primer paso en el diseño de un sistema experto comprende la definición de GOALS. En esta etapa debemos conocer el problema y ser capaces de describirlo en términos concretos. El goal es el objetivo primordial del sistema experto.

El goal del sistema planteado es:

**GOAL: DETERMINAR SI UN NIÑO TIENE UNA POSIBLE ALTERACION NEUROLOGICA.**

### **3.3.2 DEFINICION DE HECHOS**

Los facts son ingredientes esenciales del sistema experto. Sin ellos no habría forma de llegar al goal. En sí son hechos o situaciones determinantes que permiten lograr el goal.

**HECHOS DEL SISTEMA EXPERTO PLANTEADO:**

Los hechos del sistema están relacionados con las 9 figuras del Test de Bender, con el indicador, tipo de indicador (significativo o altamente significativo) que comete el niño cuando es evaluado en la prueba, con la edad y con los errores que obtiene el examinado una vez aplicado el Test.



Errores por:

- 1.- Omisión o adición de ángulos en la figura A.
- 2.- Desproporción de las partes de la figura A.
- 3.- Rotación del diseño de la figura A.
- 4.- Falla al integrar las partes de la figura A.
- 5.- Aparición de círculos en lugar de puntos en la figura 1.
- 6.- Rotación de la figura 1.
- 7.- Perseveración del diseño en la figura 1.
- 8.- Rotación de la figura 2.
- 9.- Omisión o adición de renglones de círculos en la figura 2.
- 10.- Perseveración en la figura 2.
- 11.- Aparición de círculos en lugar de puntos en la figura 3.
- 12.- Rotación de la figura 3.
- 13.- Pérdida del diseño en la figura 3.
- 14.- Aparición de una línea en lugar de una serie de puntos en figura 3.
- 15.- Rotación en la figura 4.
- 16.- Falla al integrar la figura 4.
- 17.- Sustitución de círculos por puntos en la figura 5.
- 18.- Rotación de la figura 5.
- 19.- Pérdida del diseño en la figura 5.
- 20.- Aparición de una línea en lugar de una serie de puntos en la figura 5.
- 21.- Aparición de ángulos en lugar de curvas en la figura 6.
- 22.- Aparición de una línea en lugar de curvas en la figura 6.
- 23.- Falla al integrar las partes de la figura 6.
- 24.- Perseveración en figura 6.
- 25.- Desproporción en figura 7.
- 26.- Adición u omisión de ángulos en figura 7.
- 27.- Rotación de la figura 7.
- 28.- Falla al integrar la figura 7.
- 29.- Adición u omisión de ángulos en la figura 8.
- 30.- Rotación de la figura 8.
- 31.- Indicador altamente significativo.
- 32.- Indicador significativo.
- 33.- Edad (5 a 10 años)

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- 34.- Indicador por distorsión de la forma de la fig. A
- 35.- Indicador por Rotación de la fig. A
- 36.- Indicador por la integración de la fig. A
- 37.- Indicador por distorsión de la forma de la fig. 1
- 38.- Indicador por Rotación de la fig. 1
- 39.- Indicador por la perseveración denotada en la fig. 1
- 40.- Indicador por Rotación de la fig. 2
- 41.- Indicador por la integración de la fig. 2
- 42.- Indicador por la perseveración denotada en la fig. 2
- 43.- Indicador por distorsión de la forma de la fig. 3
- 44.- Indicador por Rotación de la fig. 3
- 45.- Indicador por la integración de la fig. 3
- 46.- Indicador por Rotación de la fig. 4
- 47.- Indicador por la integración de la fig. 4
- 48.- Indicador por distorsión de la forma de la fig. 5
- 49.- Indicador por Rotación de la fig. 5
- 50.- Indicador por la integración de la fig. 5
- 51.- Indicador por distorsión de la forma de la fig. 6
- 52.- Indicador por la integración de la fig. 6
- 53.- Indicador por la perseveración denotada en la fig. 6
- 54.- Indicador por distorsión de la forma de la fig. 7
- 55.- Indicador por Rotación de la fig. 7
- 56.- Indicador por la integración de la fig. 7
- 57.- Indicador por distorsión de la forma de la fig. 8
- 58.- Indicador por Rotación de la fig. 8

### 3.3.3 AGRUPACION DEL CONOCIMIENTO

Una vez realizada la adquisición de conocimientos sobre el Test Gestáltico Visomotor de Bender se procedió a agrupar el conocimiento obtenido por la experta y por el material bibliográfico consultado (en especial el de Elizabeth Koppitz).

Para hacer más fácil el entendimiento de dicho conocimiento, se analizó la información (mencionada en el capítulo II) y se concretó en una tabla.

**AGRUPACION DEL CONOCIMIENTO DEL TEST GESTALTICO VISOMOTOR DE BENDER.**

FIGURA	EDAD	ERROR	TIPO DE IND	INDICADOR
A	< 7 años	adición u omisión de ángulos	significativo	distorsión de la forma en fig. A :1a
A	> 6 años	desproporción de partes	significativo	distorsión de la forma en fig. A :1b
A	>= 9 años	rotación del diseño	significativo	rotación en fig. A :2
A	>= 7 años	falla al integrar las partes	significativo	integración de la fig. A :3
1	5-10 años	aparición de círculos en lugar de puntos	significativo	distorsión de la forma en fig. 1 :4
1	5-10 años	rotación del diseño	altamente significativo	rotación en fig. 1 :5
1	>= 8 años	perseveración	altamente significativo	perseveración en fig. 1 :6

FIGURA	EDAD	ERROR	TIPO DE IND	INDICADOR
2	> 8 años	rotación	significativo	rotación en la fig. 2 :7
2	> 6 años	adición u omisión de hileras de círculos	altamente significativo	integración de la fig. 2 :8
2	>= 8 años	perseveración	altamente significativo	perseveración en fig. 2 :9
3	> 6 años	aparición de círculos en lugar de puntos	significativo	distorsión de la forma en la fig. 3 :10
3	>= 8 años	rotación	significativo	rotación en fig. 3 :11
3	>= 6 años	pérdida del diseño	significativo	integración en fig. 3 :12a
3	5-10 años	aparición de línea por serie de puntos	altamente significativo	integración en fig. 3 :12b
4	5-10 años	rotación	altamente significativo	rotación en fig. 4 :13
4	5-10 años	falla al integrar partes	significativo	integración en fig. 4 :14

FIGURA	EDAD	ERROR	TIPO DE IND	INDICADOR
5	>= 9 años	aparición de círculos en lugar de puntos	significativo	distorsión de la forma en fig. 5 :15
5	5-10 años	rotación	significativo	rotación en fig. 5 :16
5	5-10 años	pérdida del diseño	no es discriminante	integración en la fig. 5 :17a
5	5-10 años	aparición de línea en lugar de serie de puntos	altamente significativo	integración en la fig. 5 :17b
6	<= 7 años	sustitución de ángulos por curvas	significativo	distorsión de la forma en fig. 6 :18a
6	5-10 años	aparición de una línea recta en lugar de curvas	altamente significativo	distorsión de la forma en fig. 6 :18b
6	5-10 años	falla al integrar las partes del diseño	significativo	integración en fig. 6 :19
6	>= 8 años	perseveración	altamente significativo	perseveración en fig. 6 :20

FIGURA	EDAD	ERROR	TIPO DE IND	INDICADOR
7	>= 8 años	desproporción de las partes del diseño	significativo	distorsión de la forma en fig. 7 :21a
7	5-10 años	adición u omisión de ángulos	■	distorsión de la forma en fig. 7 21b
7	>= 7 años	rotación	significativo	rotación de la fig. 7 :22
7	> 6 años	falla al integrar las partes del diseño	significativo	integración en la fig. 7 :23
8	> 6 años	adición u omisión de ángulos por curvas	significativo	distorsión de la forma en fig. 8 :24
8	5-10 años	rotación	altamente significativo	rotación en la fig. 8 :25

■ Su mayor utilidad radica en que sugiere ausencia de Daño Cerebral cuando un niño menor de 8 años puede dibujar los ángulos correctamente. Este indicador es muy común.

### 3.3.4 REGLAS DEL SISTEMA EXPERTO PLANTEADO

Para poder aplicar los FACTS (hechos) que se conocen, referentes al Test Gestáltico Visomotor de Bender, necesitamos de REGLAS, las cuales deben estar diseñadas para ayudar a evaluar los datos que se tengan con el fin de llegar al GOAL ya mencionado: determinar si un niño tiene una posible alteración neurológica.

Las reglas de producción, o reglas si-entonces son sentencias condicionales que constan de dos partes. La primera, formada por una o varias cláusulas SI, establece las condiciones que han de satisfacerse para que una segunda parte, formada por una o varias cláusulas ENTONCES pueda afirmarse.

La regla expresa una relación entre un conjunto de hechos, relación que puede ser definitoria (p. ej., << si mujer casada entonces esposa >> ) o heurística (p. ej., << si nublado entonces coger paraguas >> ).

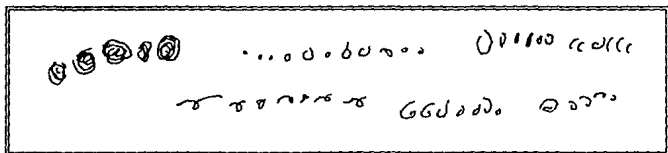
Las reglas que estarían dentro de la base de conocimientos del sistema ya citado podrían dividirse en cuatro clases con el fin de lograr un mayor entendimiento de las mismas:

#### 3.3.4.1 REGLAS PARA LA OBTENCION DE INDICADORES DIAGNOSTICOS NECESARIAS PARA LA EVALUACION DE LOS DIBUJOS DEL NIÑO.

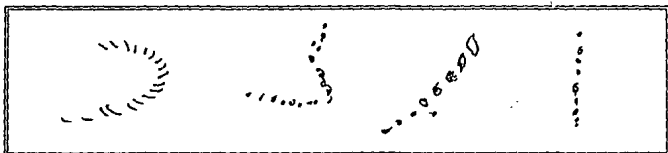
Para la obtención de los indicadores diagnósticos o Items Koppitz el sistema experto preguntará al examinador datos referentes a las figuras realizadas por el niño durante la prueba. Un ejemplo de reglas que podrían apreciarse para la evaluación de la figura 1 del test de Bender es el siguiente:

**REGLAS DE EVALUACION PARA LA OBTENCION DE INDICADORES DE LA FIGURA 1.**

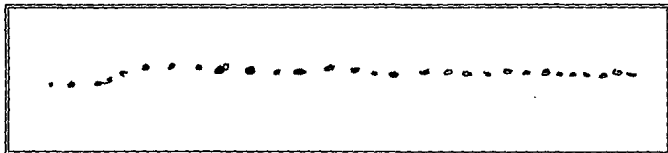
- SI la fig. 1 presenta cinco ó más puntos convertidos en círculos ó puntos agrandados o círculos parcialmente llenados tal como se muestra en los siguientes ejemplos, ENTONCES Indicador = Distorsión de la forma en fig. 1 (Ind= 4)



- SI la fig. 1 presenta rotación en 45 grados o más, tal como se muestra en los siguientes ejemplos, ENTONCES Indicador = Rotación de la fig. 1 (Ind= 5)



- SI la fig. 1 presenta más de 15 puntos en una hilera, tal como se muestra en el siguiente ejemplo, ENTONCES Indicador = Perseveración de la fig. 1 (Ind= 6)





De igual estilo podrían ser expresadas el resto de las reglas para cada una de las figuras. Estas reglas estarían basadas en la descripción y ejemplos para calificar los items Koppitz tratada en el Cap II.

### **3.3.4.2 REGLAS PARA LA OBTENCION DEL TIPO DE INDICADORES (ALTAMENTE SIGNIFICATIVOS, SIGNIFICATIVOS O NO DISCRIMINANTES) NECESARIAS PARA LA DETERMINACION DE UNA POSIBLE ALTERACION NEUROLOGICA INFANTIL.**

Estas reglas han sido obtenidas de la Tabla de Agrupación del Conocimiento presentada con anterioridad e involucran los 25 items Koppitz de calificación para el desarrollo del Bender-Gestalt.

- SI (EDAD < 7) y (INDICADOR = Distorsión de la forma en fig. A)  
ENTONCES TIPO\_IND = Significativo
- SI (EDAD > 6) y (INDICADOR = Distorsión de la forma en fig. A)  
ENTONCES TIPO\_IND = Significativo
- SI (EDAD >= 9) y (INDICADOR = Rotación en fig. A)  
ENTONCES TIPO\_IND = Significativo
- SI (EDAD >= 7) y (INDICADOR = Integración de la fig. A)  
ENTONCES TIPO\_IND = Significativo
- SI (5 < EDAD < 10) y (INDICADOR = Distorsión de la forma en fig. 1)  
ENTONCES TIPO\_IND = Significativo
- SI (5 < EDAD < 10) y (INDICADOR = Rotación en fig. 1)  
ENTONCES TIPO\_IND = Altamente Significativo
- SI (EDAD >= 8) y (INDICADOR = Perseveración en fig. 1)  
ENTONCES TIPO\_IND = Altamente Significativo

- SI (EDAD > 8) y (INDICADOR = Rotación en fig. 2)  
ENTONCES TIPO\_IND = Significativo
- SI (EDAD > 6) y (INDICADOR = Integración en fig. 2)  
ENTONCES TIPO\_IND = Altamente Significativo
- SI (EDAD >= 8) y (INDICADOR = Perseveración en fig. 2)  
ENTONCES TIPO\_IND = Altamente Significativo
- SI (EDAD > 6) y (INDICADOR = Distorsión de la forma en fig. 3)  
ENTONCES TIPO\_IND = Significativo
- SI (EDAD >= 8) y (INDICADOR = Rotación en fig. 3)  
ENTONCES TIPO\_IND = Significativo
- SI (EDAD >= 6) y (INDICADOR = Integración de la fig. 3)  
ENTONCES TIPO\_IND = Significativo
- SI (5 < EDAD < 10) y (INDICADOR = Integración de la fig. 3)  
ENTONCES TIPO\_IND = Altamente Significativo
- SI (5 < EDAD < 10) y (INDICADOR = Rotación en fig. 4)  
ENTONCES TIPO\_IND = Altamente Significativo
- SI (5 < EDAD < 10) y (INDICADOR = Integración de la fig. 4)  
ENTONCES TIPO\_IND = Significativo
- SI (EDAD >= 9) y (INDICADOR = Distorsión de la forma en fig. 5)  
ENTONCES TIPO\_IND = Significativo
- SI (5 < EDAD < 10) y (INDICADOR = Rotación en fig. 5)  
ENTONCES TIPO\_IND = Significativo
- SI (5 < EDAD < 10) y (INDICADOR = Integración de la fig. 5)  
ENTONCES TIPO\_IND = No discrimina
- SI (5 < EDAD < 10) y (INDICADOR = Integración de la fig. 5)  
ENTONCES TIPO\_IND = Altamente Significativo
- SI (EDAD <= 7) y (INDICADOR = Distorsión de la forma en fig. 6)  
ENTONCES TIPO\_IND = Significativo

- SI (5 < EDAD < 10) y (INDICADOR = Distorsión de la forma en fig. 6)  
ENTONCES TIPO\_IND = Altamente Significativo
- SI (5 < EDAD < 10) y (INDICADOR = Integración de la fig. 6)  
ENTONCES TIPO\_IND = Significativo
- SI (EDAD >= 8) y (INDICADOR = Perseveración en fig. 6)  
ENTONCES TIPO\_IND = Altamente Significativo
- SI (EDAD >= 8) y (INDICADOR = Distorsión de la forma en fig. 7)  
ENTONCES TIPO\_IND = Significativo
- SI (5 < EDAD < 10) y (INDICADOR = Distorsión de la forma en fig. 7)  
ENTONCES TIPO\_IND = No discrimina
- SI (EDAD >= 7) y (INDICADOR = Rotación en fig. 7)  
ENTONCES TIPO\_IND = Significativo
- SI (EDAD > 6) y (INDICADOR = Integración en fig. 7)  
ENTONCES TIPO\_IND = Significativo
- SI (EDAD > 6) y (INDICADOR = Distorsión de la forma en fig. 8)  
ENTONCES TIPO\_IND = Significativo
- SI (5 < EDAD < 10) y (INDICADOR = Rotación en fig. 8)  
ENTONCES TIPO\_IND = Altamente Significativo

### 3.3.4.3 REGLAS PARA LA OBTENCIÓN DEL NIVEL DE MADURACIÓN PERCEPTUAL INFANTIL RELACIONADAS CON LA EDAD CRONOLÓGICA Y LA EDAD EQUIVALENTE EN LA ESCALA DEL BENDER.

Estas reglas se basan en la Tabla de Maduración Perceptual del Bender contenida en el Apéndice 1. El conocer que nivel de maduración perceptual posee un(a) niño(a) es otro de los factores importantes para determinar una posible alteración neurológica.

**Considerese:**

**TOTAL\_IND:** Total de Indicadores Diagnósticos obtenidos en el Test de Bender.

**EE\_Bender:** Edad Equivalente en la Escala del Bender.  
(Meses y años)

- SI (TOTAL\_IND =21) ENTONCES EE\_Bender = 4 años.
- SI (TOTAL\_IND =20) ENTONCES EE\_Bender = 4 años.
- SI (TOTAL\_IND =19) ENTONCES EE\_Bender = 4 años y 1 mes.
- SI (TOTAL\_IND =18) ENTONCES EE\_Bender = 4 años y 2 meses a 4 años y 3 meses.
- SI (TOTAL\_IND =17) ENTONCES EE\_Bender = 4 años y 4 meses a 4 años y 5 meses.
- SI (TOTAL\_IND =16) ENTONCES EE\_Bender = 4 años y 6 meses a 4 años y 7 meses.
- SI (TOTAL\_IND =15) ENTONCES EE\_Bender = 4 años y 8 meses a 4 años y 9 meses.
- SI (TOTAL\_IND =14) ENTONCES EE\_Bender = 4 años y 10 meses a 4 años y 11 meses.
- SI (TOTAL\_IND =13) ENTONCES EE\_Bender = 5 años a 5 años y 1 mes.
- SI (TOTAL\_IND =12) ENTONCES EE\_Bender = 5 años y 2 meses a 5 años y 3 meses.
- SI (TOTAL\_IND =11) ENTONCES EE\_Bender = 5 años y 4 meses a 5 años y 5 meses.

- SI (TOTAL\_IND =10) ENTONCES EE\_Bender = 5 años y 6 meses a 5 años y 8 meses.
- SI (TOTAL\_IND =9) ENTONCES EE\_Bender = 5 años y 9 meses a 5 años y 11 meses.
- SI (TOTAL\_IND =8) ENTONCES EE\_Bender = 6 años a 6 años y 5 meses.
- SI (TOTAL\_IND =7) ENTONCES EE\_Bender = 6 años y 6 meses a 6 años y 11 meses.
- SI (TOTAL\_IND =6) ENTONCES EE\_Bender = 7 años a 7 años y 5 meses.
- SI (TOTAL\_IND =5) ENTONCES EE\_Bender = 7 años y 6 meses a 7 años y 11 meses.
- SI (TOTAL\_IND =4) ENTONCES EE\_Bender = 8 años a 8 años y 5 meses.
- SI (TOTAL\_IND =3) ENTONCES EE\_Bender = 8 años y 6 meses a 8 años y 11 meses.
- SI (TOTAL\_IND =2) ENTONCES EE\_Bender = 9 años a 9 años y 11 meses.
- SI (TOTAL\_IND =1) ENTONCES EE\_Bender = 10 años a 10 años y 11 meses.
- SI (TOTAL\_IND =1) ENTONCES EE\_Bender = 11 años a 11 años y 11 meses.

#### 3.3.4.4 DEDUCCION DE LAS REGLAS HEURISTICAS DEL SISTEMA EXPERTO

Las reglas Heurísticas son reglas que se escriben para capturar los heurísticos que un experto utiliza al resolver un problema. Los heurísticos son reglas prácticas, o cualquier otra estratagema que reduce la búsqueda en grandes espacios del problema. Los heurísticos originales del experto puede que no tengan la forma de reglas si-entonces, y uno de los problemas que trae consigo la construcción de un sistema de experto es el de convertir el conocimiento heurístico de un experto en reglas.

Considerese:

Tot\_AS: Total de indicadores altamente significativos

Tot\_S: Total de indicadores significativos

EE\_Bender: Edad Equivalente en la Escala del Bender.  
(Meses y años)

E\_Cronol : Edad Cronológica del Niño. (Meses y años)

Las reglas heurísticas que se encontraron fueron:

1 SI (Tot\_AS = 0) y (Tot\_S > 0) y (EE\_Bender < E\_Cronol)  
ENTONCES El niño(a) no mostró indicadores de alteración  
neurológica; sin embargo tiene un bajo nivel de  
Maduración Perceptual según la escala del Bender.

- 2 SI (Tot\_AS > 0) y (Tot\_S = 0) y (EE\_Bender < E\_Cronol)  
 ENTONCES El niño(a) posiblemente tiene una alteración  
 neurológica según el Sistema de Calificación del  
 Desarrollo del Bender por Koppitz.
- 3 SI (Tot\_AS > 0) y (Tot\_S > 0) y (EE\_Bender < E\_Cronol)  
 ENTONCES El niño(a) posiblemente tiene una alteración  
 neurológica según el Sistema de Calificación del  
 Desarrollo del Bender por Koppitz.
- 4 SI (Tot\_AS = 0) y (Tot\_S > 0) y (EE\_Bender >= E\_Cronol)  
 ENTONCES El niño(a) posee un aceptable nivel de Maduración  
 Perceptual según la escala del Bender; y no mostró  
 indicadores de alteración neurológica.
- 5 SI (Tot\_AS > 0) y (Tot\_S = 0) y (EE\_Bender >= E\_Cronol)  
 ENTONCES Error del examinador al proporcionar datos incorrectos  
 sobre la prueba del examinado (niño(a)).
- 6 SI (Tot\_AS > 0) y (Tot\_S > 0) y (EE\_Bender >= E\_Cronol)  
 ENTONCES Error del examinador al proporcionar datos incorrectos  
 sobre la prueba del examinado (niño(a)).
- 7 SI (Tot\_AS = 0) y (Tot\_S = 0) y (EE\_Bender >= E\_Cronol)  
 ENTONCES El(la) niño(a) no padece ninguna alteración  
 neurológica pues su desempeño en la prueba del Bender  
 está dentro del promedio de niños normales de su edad.

Estas reglas se reducen en las siguientes reglas heurísticas:

De 1:

- 1 SI (Tot\_AS = 0) y (Tot\_S > 0) y (EE\_Bender < E\_Cronol)  
 ENTONCES El niño(a) no mostró indicadores de alteración  
 neurológica; sin embargo tiene un bajo nivel de  
 Maduración Perceptual según la escala del Bender.

De 2 y 3:

SI (Tot\_AS > 0) y (EE\_Bender < E\_Cronol)  
ENTONCES El niño(a) posiblemente tiene una alteración  
neurológica según el Sistema de Calificación del  
Desarrollo del Bender por Koppitz.

De 4 y 7:

SI (Tot\_AS = 0) y (EE\_Bender >= E\_Cronol)  
ENTONCES El niño(a) posee un aceptable nivel de Maduración  
Perceptual según la escala del Bender sin mostrar  
indicadores de alteración neurológica.

De 5 y 6:

SI (Tot\_AS > 0) y (EE\_Bender >= E\_Cronol)  
ENTONCES Error del examinador al proporcionar datos incorrectos  
sobre la prueba del examinado (niño(a)).

### 3.3.5 ENTRADAS DEL SISTEMA EXPERTO

Para que la arquitectura del Sistema Experto ya mencionado, pudiera ser planteada fue necesario reconocer las entradas del sistema es decir, los datos relevantes que son esenciales para llevar a cabo el proceso del mismo.

Entre los de mayor importancia están:

NOMBRE DEL NIÑO: EDAD: (años y meses cumplidos) PRUEBA APLICADA AL NIÑO.
--



Sin embargo, el Sistema Experto podría preguntar otros datos que no son trascendentes en la evaluación del Test de Bender, pero que en determinado momento podrían servir para llevar un control del paciente (niño).

Entre estos podemos mencionar:

SEXO: GRADO ESCOLAR: NACIONALIDAD: DIRECCION: TELEFONO: DATOS DE LOS PADRES O TUTORES.
---

Finalmente, los objetos (datos clave) determinantes para la evaluación son:

- \* FIGURAS: (A, 1-8)
- \* EDAD: (5-10 AÑOS)
- \* INDICADORES DE DIAGNOSTICO PRESENTADOS EN LA PRUEBA:  
(25 indicadores en total)
- \* TIPO DE INDICADOR: (significativo o altamente significativo)
- \* ERROR COMETIDO: (Distorsión de la Forma, Rotación de la figura, Integración de la figura y Perseveración en el diseño).

Los indicadores de diagnóstico, el tipo de indicador y el error cometido son datos que podrán obtenerse durante el proceso del sistema experto. Estos pueden apreciarse en la tabla de agrupación del conocimiento.

### 3.3.6 PROCESO DEL SISTEMA EXPERTO

El proceso de evaluación del Test de Bender que debe seguir el sistema experto es el mismo que lleva a cabo la psicóloga Elizabeth Koppitz en su libro: *The Bender Gestalt Test for Young Children*.

Este proceso se resume en lo siguiente:

- 1) Se aplican todas las reglas enfocadas a la evaluación de las figuras del niño; es decir a la obtención de indicadores diagnósticos.
- 2) Se aplican todas las reglas enfocadas a la evaluación del tipo de indicador obtenido (altamente significativo, significativo, no discriminante), con la finalidad de encontrar aquellos que podrían determinar una posible alteración neurológica en el niño.
- 3) Se cuenta el total de indicadores diagnósticos obtenidos.
- 4) Se cuenta el total de indicadores significativos.
- 5) Se cuenta el total de indicadores altamente significativos.
- 6) Comparamos el total de indicadores diagnósticos con la edad equivalente del Bender dada a través de otra serie de reglas obtenidas de la Tabla de Maduración Perceptual del apéndice 1.
- 7) Se toman las conclusiones y recomendaciones pertinentes en base a ciertos heurísticos obtenidos durante la investigación:

\* Si el número de indicadores significativos obtenidos por el (la) niño(a) es mayor de cero, y la edad equivalente en el Bender es menor que la edad cronológica del niño, entonces se induce que puede existir una posible alteración neurológica.

\* Si la edad equivalente en el Bender es menor que la edad cronológica del niño y no hay presencia de indicadores altamente significativos, se induce que el(la) chico(a) tiene un bajo nivel de maduración perceptual con respecto al promedio de chicos de su edad.

\* Si la edad equivalente en el Bender es mayor o igual a la edad cronológica del(a) niño(a) y no existen indicadores altamente significativos, entonces se induce que el(la) chico(a) tiene un aceptable nivel de maduración perceptual con respecto a su edad cronológica.

\* Si el número de indicadores altamente significativos es mayor de cero y la edad equivalente en el Bender es mayor o igual a la edad cronológica del(a) niño(a), entonces los datos que proporcione el examinador para evaluar la prueba no son los correctos.

APLICACION DE  
REGLAS PARA  
LA OBTENCION  
DE LOS INDIC.  
DIAGNOSTICOS

APLICACION DE  
REGLAS PARA  
EVALUAR EL  
TIPO DE  
INDIC. DIAGN.

CONTAR EL  
TOTAL DE  
INDIC. ALTAM.  
SIGNIFIC.  
OBTENIDOS

CONTAR EL  
TOTAL DE  
INDIC. DE  
SIGNIFIC.  
OBTENIDOS

INDICADORES  
SIGNIFICATIVOS

**PROCESO DE  
EVALUACION  
DEL TEST DE  
BENDER PARA  
EL SISTEMA  
EXPERTO  
PROPUESTO**

COMPARAR EL  
TOTAL DE  
INDIC. CON LA  
EDAD EQUIV.  
DEL BENDER

CONTAR EL  
TOTAL DE  
INDIC. DE  
SIGNIFIC.  
OBTENIDOS

**REGLAS  
HEURISTICAS**

AS: INDICADORES  
ALTAMENTE  
SIGNIFICATIVOS  
EE: EDAD EQUIV.  
DEL NIVEL DE  
CONSERVACION  
PRACTICA EN  
LA ESCALA DEL  
BENDER  
EC: EDAD CROMOL.

AS > 0?

AS = 0?

EE < EC?

EE = EC?

EE < EC?

EE = EC?

Possible alterac.  
neurol.

Evaluac.  
Incorrec.

Bajo  
nivel de  
madurac.  
percep.

Aceptable  
nivel de  
madurac.  
percep.

### 3.3.7 SALIDAS DEL SISTEMA EXPERTO

Una vez que el sistema haya tenido respuesta sobre las preguntas que formuló al examinador sobre los datos del niño (examinado), podrá ser capaz de proporcionar explicaciones e hipótesis referentes a la evaluación del paciente.

Un estilo de salida común para cualquiera de las hipótesis podría ser el siguiente:

(nombre del niño)  
\_\_\_\_\_, con \_\_\_\_\_ años y \_\_\_\_\_ meses de edad, obtuvo una calificación en el Test Gestáltico Visomotor de Bender de \_\_\_\_\_ presentando un (bajo o aceptable) \_\_\_\_\_ nivel de Maduración Perceptual con respecto a su edad cronológica.

Los indicadores significativos que el niño(a) obtuvo ocurren frecuentemente pero no exclusivamente en niños con lesión cerebral:

LISTA DE INDICADORES SIGNIFICATIVOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA

:  
:  
:

\_\_\_\_\_  
Total de indicadores significativos

Los indicadores altamente significativos que el niño(a) obtuvo ocurren exclusivamente en niños con lesión cerebral:

LISTA DE INDICADORES ALTAMENTE SIGNIFICATIVOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA

:  
:  
:

\_\_\_\_\_  
Total de indicadores altamente significativos.

Es importante recordar que el sistema experto debe responder como lo haría un psicólogo experto en la materia; por ello debe procurarse que el sistema conteste de la manera más clara, precisa y correcta que sea posible.

### 3.3.7.1 HIPOTESIS QUE PROPORCIONARIA EL SISTEMA

En seguida se presentan las hipótesis posibles que podría proporcionar el sistema, si éste se desarrollara.

\*\*\*\*\*

HIPOTESIS PARA UN NIÑO QUE PRESENTO INDICADORES ALTAMENTE SIGNIFICATIVOS Y UNA EDAD EQUIVALENTE EN EL BENDER MENOR QUE SU EDAD CRONOLÓGICA (síntoma de bajo nivel de maduración perceptual)

■ .... La hipótesis se basa en la calificación del Bender para obtener el nivel de Maduración Perceptual, y en la evaluación de los indicadores individuales.

(nombre del niño)

\_\_\_\_\_ presentó un pobre rendimiento en la aplicación del Test de Bender relacionado con su bajo nivel de maduración perceptual mostrado en sus diseños, además la presencia de indicadores altamente significativos demuestran una posible alteración neurológica.

Recomendaciones:

- 1) Consultar con el psicólogo del niño(a)
- 2) Aplicar otras pruebas psicológicas
- 3) Aplicar estudios neurológicos al paciente.

\*\*\*\*\*

HIPOTESIS PARA UN NIÑO QUE NO PRESENTO INDICADORES ALTAMENTE SIGNIFICATIVOS PERO QUE SU EDAD EQUIVALENTE EN EL BENDER RESULTO MENOR QUE SU EDAD CRONOLOGICA (síntoma de bajo nivel de maduración perceptual)

■ .... La hipótesis se basa en la calificación del Bender para obtener el nivel de Maduración Perceptual, y en la evaluación de los indicadores individuales.

(nombre del niño)

\_\_\_\_\_ presentó un pobre rendimiento en la aplicación del Test de Bender mostrando ausencia de indicadores altamente significativos. Por lo cual se sustenta que el niño tiene un bajo nivel de maduración perceptual con respecto al promedio de chicos de su edad y se descarta el hecho de una posible alteración neurológica.

Recomendaciones:

- 1) Consultar con el psicólogo del niño(a)
- 2) Aplicar otras pruebas psicológicas

\*\*\*\*\*

HIPOTESIS PARA UN NIÑO QUE NO PRESENTO INDICADORES ALTAMENTE SIGNIFICATIVOS Y SU EDAD EQUIVALENTE EN EL BENDER ES MAYOR O IGUAL A SU EDAD CRONOLOGICA (síntoma de aceptable nivel de maduración perceptual)

■ .... La hipótesis se basa en la calificación del Bender para obtener el nivel de Maduración Perceptual, y en la evaluación de los indicadores individuales.

(nombre del niño)

presentó un adecuado rendimiento en la aplicación del Test de Bender, además la ausencia de indicadores altamente significativos, así como la similitud encontrada entre su edad cronológica y la edad equivalente en el nivel de maduración perceptual demuestran que el niño no tiene ningún problema relacionado con alteración neurológica, por lo cual su nivel de maduración perceptual está considerado entre lo normal.

Recomendaciones:

- 1) Consultar la opinión del psicólogo del niño(a)

\*\*\*\*\*

HIPOTESIS PARA UN NIÑO QUE PRESENTO INDICADORES ALTAMENTE SIGNIFICATIVOS PERO QUE SU EDAD EQUIVALENTE EN EL BENDER RESULTO MAYOR O IGUAL QUE SU EDAD CRONOLOGICA (evaluación incorrecta)

■ ■ .... La hipótesis se basa en la calificación del Bender para obtener el nivel de Maduración Perceptual, y en la evaluación de los indicadores individuales.

(nombre del niño)

presentó un bajo rendimiento en la aplicación del Test de Bender y la presencia de indicadores altamente significativos lo confirman; sin embargo, la edad cronológica del niño en relación con la edad equivalente con respecto a la maduración perceptual demuestran lo contrario. Por tal motivo se pide evalué nuevamente la prueba ya que los resultados no concuerdan debido a que los datos proporcionados por el examinador no han sido correctos.

Recomendaciones:

- 1) Repetir la evaluación en el sistema experto proporcionando adecuadamente los datos.
- 2) En caso de duda repetir la aplicación de la prueba al niño.



**CAPITULO IV  
PLANTEAMIENTO DEL  
SISTEMA EXPERTO**

## IV. PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA EXPERTO

" La mayor parte de las ideas fundamentales de la ciencia son esencialmente sencillas y, por regla general, pueden ser expresadas en un lenguaje comprensible para todos."  
ALBERT EINSTEIN.

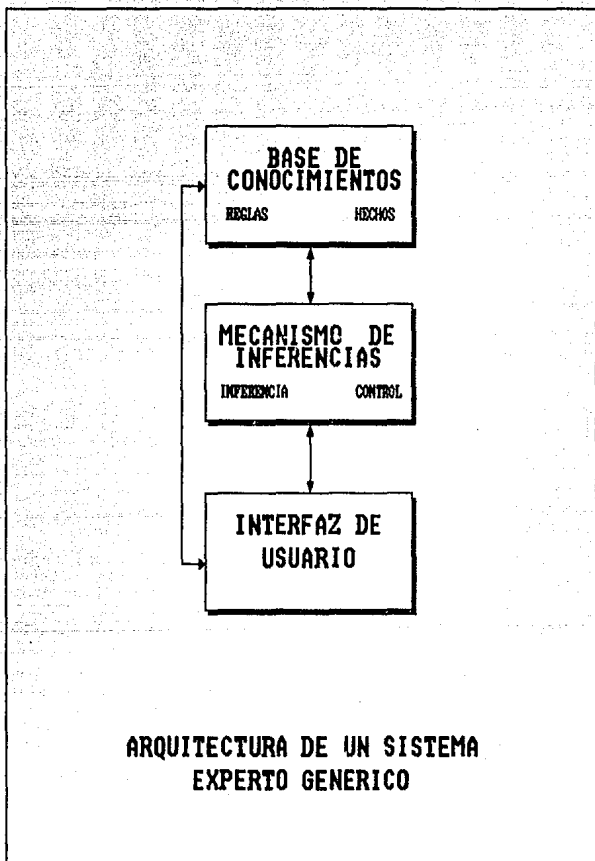
### 4.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA EXPERTO PLANTEADO

Antes de comenzar a definir cada una de las partes que constituyen la arquitectura del sistema experto propuesto, se presenta la arquitectura de un sistema experto genérico y cada uno de los elementos que la componen.

#### 4.1.1 REPRESENTACION DEL CONOCIMIENTO POR MEDIO DE REGLAS.

En el Capítulo anterior se expusieron los hechos, reglas y heurísticos necesarios para determinar una posible alteración neurológica infantil a través del Test Gestáltico Visomotor de Bender. Ahora explicaremos por que se propusieron REGLAS DE PRODUCCION para representar el conocimiento del sistema experto citado.

Ahora bien, para crear una BASE DE CONOCIMIENTOS, es necesario incluir desde luego, los elementos u objetos en los que se fija el psicólogo para determinar un resultado. Además se hizo una lista de las características de cada uno de esos objetos (Ver Tabla de Agrupación del Conocimiento del Test Gestáltico Visomotor de Bender). Finalmente se necesitó algún medio para enlazar las "cosas" entre sí. (se tenía que hacer que los hechos se verificaran) Para ello se decidió utilizar REGLAS DE PRODUCCION.



Hay cuatro razones primordiales por las cuáles se eligió usar REGLAS para representar el conocimiento adquirido.

**MODULARIDAD:**

El utilizar reglas hace más sencillo el proceso de modificación, adición o borrado de las mismas, independientemente de la relación que tengan éstas con otras reglas.

**UNIFORMIDAD:**

Por medio de reglas se logra una representación homogénea del conocimiento; lo cual permite el entendimiento de las mismas por otra persona.

**NATURALIDAD:**

La producción de reglas tiene una estructura muy similar a la que utiliza la gente cuando piensa acerca de la resolución de un problema. Es decir, dada una situación se producen consecuencias.

**UTILIZACION:**

La mayoría de los shells manejan entre otras formas la representación del conocimiento por medio de reglas.

**4.1.2 PARADIGMA A ESCOGER.**

Un paradigma de consulta es una concepción genérica de un tipo determinado de resolución de problemas común a varios dominios diferentes.

Uno de ellos es el paradigma de DIAGNOSTICO-PRESCRIPCION, y es precisamente el que se utilizará para el planteamiento del sistema experto.

El nombre de este paradigma proviene de ciertos problemas médicos, tales como los de diagnóstico de enfermedades y recomendación de fármacos. Hay muchos otros problemas médicos para cuya resolución el enfoque es similar. Pero también hay problemas en diferentes escenarios no médicos que parecen requerir una experiencia del mismo tipo; revisión de un conjunto de síntomas, consideración de varias posibilidades y, finalmente, recomendación de una o varias acciones, basándose en una estimación cualificada de la(s) causa(s).

Los SHELLS facilitan a los Ingenieros en Conocimiento la construcción de Sistemas Expertos, los cuáles sirven de ayuda a los usuarios para resolver problemas que pueden describirse en términos de uno, o como mucho, de unos pocos paradigmas de consulta.

El sistema experto para la obtención de indicadores diagnósticos que determinen una posible alteración neurológica infantil se ajusta como ya se dijo a las características de un paradigma diagnóstico-prescripción, y el shell que se proponga para el desarrollo del sistema, deberá adecuarse al mismo.

En el siguiente diagrama se pueden apreciar las características de un sistema experto con paradigma diagnóstico-prescripción:

**ENTRADA:** Condiciones, respuesta a preguntas

**CONOCIMIENTO:** El experto hace uso de reglas empíricas y de cálculos simples

**SALIDA:** Heurísticos de solución, cálculos simples

A continuación se presenta una síntesis de los diversos paradigmas según los tipos generales de resolución de problemas que hay.

**PARADIGMAS DE CONSULTA PARA LOS TIPOS  
GENERALES DE RESOLUCION DE PROBLEMAS.**

<b>INTERPRETACION</b>	Inferencia de descripciones de situaciones a partir de datos obtenidos de sensores.
<b>PREDICCION</b>	Inferencia de consecuencias probables de situaciones dadas.
<b>DIAGNOSTICO</b>	Inferencia de fallas en el sistema a partir de observaciones.
<b>PLANIFICACION</b>	Diseño de acciones.
<b>MONITORIZACION</b>	Comparación de observaciones para planificar ante posibles fallas.
<b>DEPURACION</b>	Prescripción de remedios ante fallas.
<b>REPARACION</b>	Ejecución de un plan para administrar un remedio prescrito.
<b>INSTRUCCION</b>	Diagnóstico, depuración y reparación del comportamiento de un estudiante.
<b>CONTROL</b>	Interpretación, predicción, reparación y monitorización del comportamiento de un sistema.

**4.1.3 MECANISMO DE INFERENCIA.**

Ya se ha visto cómo el conocimiento puede formalizarse y almacenarse en una base de conocimientos. Ahora se mostrarán las estrategias que se utilizarían para realizar inferencias y controlar el proceso de razonamiento del sistema experto citado.

Las estrategias de inferencia y de control gobiernan al sistema experto en lo que se refiere a la forma de hacer uso de los hechos y de las reglas que tendría almacenadas en su base de conocimientos y de las informaciones que adquiriría del usuario.

El mecanismo de inferencias lleva a cabo dos tareas principales. En primer lugar, examina los hechos y las reglas, y, si es posible, añade nuevos hechos. En segundo lugar decide el orden en que se hacen las inferencias.

#### 4.1.3.1 INFERENCIA CON MODUS PONENS:

La estrategia de inferencia que más se utiliza en los sistemas de conocimiento está basada en la aplicación de una regla lógica que se llama MODUS PONENS. Esta regla, que todos aplicamos sin pensar en ella, dice que si sabemos que A es verdadero y si tenemos una regla que establece que << si A entonces B >>, es válido concluir que B es verdadero. Dicho de otro modo, cuando descubrimos que las premisas de una regla son verdaderas tenemos motivo para creer en las conclusiones.

A continuación tenemos dos reglas de la base de conocimientos del sistema experto planteado. Las reglas comprueban y concluyen valores de los atributos de objetos.

#### REGLA 1:

SI

(EDAD >6) y (ERROR = SUSTITUCION DE PUNTOS POR CIRCULOS  
EN FIG A)

ENTONCES

IND= DISTORSION DE LA FORMA EN LA FIG 3.

**REGLA 2:**

**SI**  
(EDAD >6) Y (ERROR = OMISION O ADICION DE HILERAS DE  
CIRCULOS EN FIG 2)  
**ENTONCES**  
IND= INTEGRACION EN LA FIG 2.

Supongáse los siguientes hechos conocidos:

**HECHOS CONOCIDOS:**

- EL NIÑO NO PRESENTO SUSTITUCION DE CIRCULOS POR PUNTOS EN LA FIG. 3.
- EL NIÑO PRESENTO OMISION DE HILERAS EN LA FIG. 2.
- EDAD 8 AÑOS.

**NUEVOS HECHOS:**

- EL NIÑO NO PRESENTA EL INDICADOR DE DISTORSION DE LA FORMA PARA LA FIG 3.
- EL NIÑO PRESENTA EL INDICADOR DE INTEGRACION PARA LA FIG 2

Puesto que el antecedente de la Regla 1 es falso, el modus ponens nos permite concluir que el niño no presentó Distorsión de la Forma al dibujar la figura A. Si se prueba con la segunda Regla, resulta que es aplicable y nos conduce a la conclusión de que el niño presenta un indicador de Integración para la figura 2.



Dos cuestiones importantes resultan de la utilización del Modus Ponens en los sistemas expertos. La primera es que la regla es sencilla, y el razonamiento basado en ella se comprende muy fácilmente. La segunda es que muchos shells y sistemas expertos se basan en ella.

En resumen, el Modus Ponens es una regla común para derivar nuevos hechos a partir de reglas y de hechos conocidos.

#### 4.1.3.2 CONTROL:

La parte de control del mecanismo de Inferencias ha de resolver dos problemas principales:

1.- En un sistema de conocimiento tiene que haber una manera de decidir por dónde empezar. las reglas y los hechos residen en una base de conocimientos estática y tiene que haber una forma de arrancar el proceso de razonamiento.

2.- El motor de inferencias debe resolver conflictos que aparecen cuando surgen líneas de razonamiento alternativas. Podría ocurrir, por ejemplo, que el sistema llegase a una situación en la que estuvieran dispuestas para dispararse más de dos reglas. El mecanismo de inferencia tiene que elegir cuál de ellas aplica primero. Aunque el sistema experto tendría una base de conocimientos muy pequeña, aún así debe contemplarse esta situación.

A continuación se muestran algunas reglas que nos llevarían a determinar si un niño tiene una posible alteración neurológica y dependiendo de los hechos conocidos que se tengan, será como el mecanismo de inferencia decida que regla conviene elegir.

- SI (Tot\_AS > 0) y (Tot\_S = 0) y (EE\_Bender < E\_Cronol)  
ENTONCES El niño(a) posiblemente tiene una alteración neurológica según el Sistema de Calificación del Desarrollo del Bender por Koppitz.
  
- SI (Tot\_AS > 0) y (Tot\_S > 0) y (EE\_Bender < E\_Cronol)  
ENTONCES El niño(a) posiblemente tiene una alteración neurológica según el Sistema de Calificación del Desarrollo del Bender por Koppitz.

#### **4.1.3.2.1 ENCADENAMIENTO HACIA ADELANTE Y HACIA ATRAS**

##### **ENCADENAMIENTO HACIA ADELANTE (FORWARD CHAINING):**

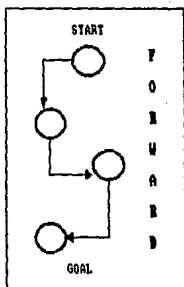
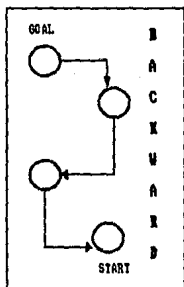
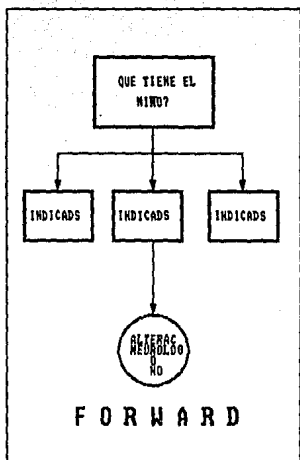
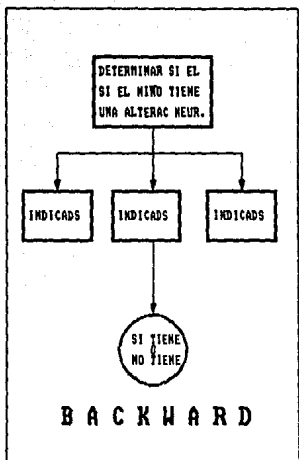
Es una estrategia de control que regula el orden en que se ejecutan las inferencias. En un sistema basado en reglas, el encadenamiento hacia adelante empieza afirmando las conclusiones de todas las reglas cuyas cláusulas si son verdaderas, y luego comprobando qué nuevas reglas pueden aplicarse dados los nuevos hechos establecidos. El proceso continúa hasta que se alcanza un objetivo o bien se agotan las posibilidades.

##### **ENCADENAMIENTO HACIA ATRAS (BACKWARD CHAINING):**

Es una estrategia de control que sirve para regular el orden en que se realizan las inferencias. En un sistema basado en reglas, el encadenamiento hacia atrás lo inicia una regla objetivo. El sistema trata de determinar si la regla objetivo es correcta. Para ello, retrocede a las cláusulas de la parte SI de la regla e intenta determinar si son correctas. Esto, a su vez, conduce al sistema a considerar otras reglas que podrían confirmar las cláusulas SI. De esta manera, el sistema va retrocediendo a lo largo de sus reglas. Al final, la secuencia termina cuando el sistema tiene que hacer una pregunta o se encuentra un resultado previamente almacenado en memoria.

El problema de determinar una posible alteración neurológica infantil utilizando el Test Gestáltico Visomotor de Bender podría usar los dos tipos de estrategias de control mencionados. Todo depende del punto de partida del proceso de inferencia.

La mayoría de los shells trabajan con Backward Chaining ya que en los sistemas expertos resulta más fácil verificar las cláusulas SI de las reglas, que verificar la conclusión ENTONCES. Por ello, y por que el Goal u objetivo del sistema es determinar si un niño tiene una posible alteración neurológica infantil, se recomienda utilizar la técnica BACKWARD CHAINING que tomará como punto de partida o de referencia el propio GOAL.



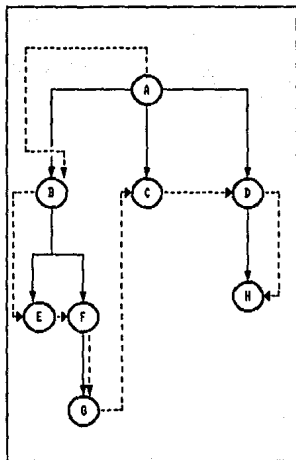
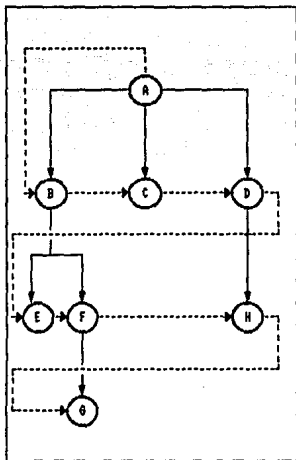
#### 4.1.3.2.2 BUSQUEDA EN PROFUNDIDAD Y BUSQUEDA EN EXTENSION

Además de distinguir entre encadenamiento hacia adelante y hacia atrás, hemos de distinguir también entre búsqueda en profundidad (depth-first) y en extensión (breadth-first). El encadenamiento hacia atrás y en profundidad siempre va buscando el máximo detalle. Por el contrario, la búsqueda en extensión barre todas las premisas de la regla antes de profundizar para buscar más detalles. Si una regla resulta aplicable y con ella se obtiene el valor del atributo objetivo, la búsqueda en extensión sería más eficaz.

La mayoría de los sistemas hacen búsqueda en profundidad. El profundizar en la búsqueda de detalles y seguir una cadena de reglas hace que el sistema presente las preguntas de un modo más natural. Para nuestro caso, el determinar si un niño tiene una posible alteración neurológica utilizando una búsqueda con profundidad plantearía seguidas todas las preguntas referentes a los distintos indicadores (síntomas) que ayuden a llegar a un resultado; por tal motivo, se recomienda más su utilización. Para este mismo problema un sistema con búsqueda en extensión sobre una base de reglas generaría preguntas que frecuentemente parecerían aleatorias, al ir pasando de un asunto a otro: << ¿ la figura A del niño presenta adición u omisión de ángulos? >>, << ¿ cuál es la edad del niño? >>, << ¿ la edad cronológica del niño es menor o igual al total de indicadores de la prueba? >>. Las preguntas aleatorias pueden desconcertar al usuario y para nuestro caso no nos sirve. La búsqueda en profundidad tiene el efecto de ir persiguiendo un asunto determinado hasta obtener toda la información, y normalmente es el método preferido. Como ya se dijo, para algunos casos una búsqueda en extensión podría resultar más efectiva: si se examinan todos los estados entonces la búsqueda es más profunda y exhaustiva. No lo es si la búsqueda se suspende una vez obtenido un valor.

BUSQUEDA EN EXTENSION: BREADTH - FIRST

BUSQUEDA EN PROFUNDIDAD: DEPTH - FIRST



PASOS	OPCIONES	ELECCION
1	(ABCDEFHG)	A
2	(BCDEFHG)	B
3	(CDEFHG)	C
4	(DEFHG)	D
5	(EFGH)	E
6	(FGH)	F
7	(GH)	H
8	(G)	G

PASOS	OPCIONES	ELECCION
1	(ABCDEFHG)	A
2	(BCDEFHG)	B
3	(CDEFHG)	E
4	(CFHG)	F
5	(CGH)	G
6	(CH)	C
7	(H)	D
8	(H)	H

#### 4.1.4 INTERFAZ DEL SISTEMA EXPERTO

La interfaz del Sistema Experto será la que traiga implícita la herramienta de programación a elegir para un futuro desarrollo del sistema (se hablará de ella más adelante); sin embargo, se espera que ante todo sea sencilla y amigable para el usuario y al mismo tiempo que facilite la tarea de programación del Ingeniero en Conocimiento.

## 4.2 LENGUAJES Y SHELLS.

A continuación se presentará una panorámica de las características generales de los lenguajes de IA y de los diversos shells que sirven para el desarrollo de sistemas expertos.

Como ya se dijo antes, cuando encontramos un problema que cae dentro de equis dominio, podemos observar el comportamiento del experto al resolver el problema. El experto puede plantear preguntas o realizar cálculos, y nosotros podemos observar fácilmente esa actividad. Sin embargo, lo que no vemos son los modelos mentales, las reglas prácticas ni las estrategias que utiliza el experto al decidir lo que tiene que hacer en una determinada situación.

Si decidimos construir un sistema de conocimiento para ayudar a nuestro experto en un determinado dominio, tendremos que elaborar un paquete de software, ya sea utilizando una herramienta para facilitar el desarrollo del mismo o bien empleando un lenguaje de programación según sea el caso.

Los SHELLS son herramientas que están diseñadas para facilitar el desarrollo rápido de sistemas de conocimiento, gracias a que llevan ya incorporado otro aspecto de la Ingeniería de Conocimiento: estrategias específicas para la representación del conocimiento, la inferencia y el control. Estas herramientas tienen construcciones elementales de modelación que determinan la clase de problemas que el shell puede manejar con facilidad.

Un shell tiene menos aplicaciones que el lenguaje o el entorno en el que está escrita, pero generalmente está diseñada para facilitar el desarrollo rápido de sistemas expertos o de conocimiento aplicados a una determinada clase de problemas.

Puede hacerse una buena analogía con las herramientas que utiliza un reparador. En lugar de crear una nueva herramienta para cada nueva tarea, el reparador colecciona un conjunto de herramientas que han demostrado ser de utilidad en situaciones pasadas. En la caja de herramientas hay destornilladores, junto con martillos y alicates. Los martillos son de poca utilidad para aflojar tornillos, y los alicates hacen mal de martillos. Cada herramienta está específicamente diseñada para una tarea concreta.

Las herramientas de la Ingeniería del Conocimiento ofrecen dos ventajas a los que desarrollan sistemas expertos:

1.- Permiten un desarrollo rápido del sistema, al proporcionar una cantidad importante de programas que, en su ausencia, tendrían que escribirse, depurarse y mantenerse.

2.- Proporcionan técnicas específicas para manejar la representación del conocimiento, la inferencia y el control, lo que ayuda a los ingenieros del conocimiento a modelar las características más importantes de una determinada clase de problemas.

Una vez que el Ingeniero del Conocimiento ha entendido las características generales de la experiencia que ha de incorporar, puede empezar a pensar si hay disponible algún shell adecuado. como ya se ha dicho, hay diferentes tipos de experiencia, diferentes paradigmas de consulta y, paralelamente, diferentes shells.



#### 4.2.1 ¿POR QUE PROPONER UN SHELL EN LUGAR DE UN LENGUAJE DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL?

En general, los lenguajes son más flexibles pero también más difíciles de utilizar para el desarrollo rápido de nuevos sistemas. Sólo un programador experimentado puede construir un sistema usando únicamente un lenguaje como LISP ó PROLOG. Los shells son mucho menos flexibles. La mayoría de las decisiones de la Ingeniería del Conocimiento están ya incorporadas en ella. En consecuencia, si un problema se ajusta al shell entonces puede desarrollarse rápidamente una solución.

En realidad los buenos shells pueden ser usados incluso por personas no tan expertas en programación (pero si con conocimientos sobre técnicas de IA y Sistemas Expertos) para desarrollar pequeños pero útiles sistemas de conocimiento.

En el caso del Sistema Experto propuesto, la finalidad de escoger un shell en lugar de un lenguaje de IA; es debido a que el sistema no es muy grande y complejo, incluso podría hablarse de un pequeño sistema de conocimiento, que además se ajusta a un paradigma diagnóstico-prescripción para el cuál se adaptan la mayoría de las herramientas del mercado. Esto ahorra la programación de la máquina de inferencias ya que esta está incluida en los shells; así mismo la creación rápida y fácil de las bases de conocimiento ya viene contemplada en los mismos.

Esto significa, que si se propusiera utilizar un lenguaje de IA habría que partir casi de cero en el desarrollo del sistema citado; ahora bien; proponiendo un shell se partiría de un considerable avance.

#### **4.2.2 ¿POR QUE PROPONER UN SHELL EN LUGAR DE UN LENGUAJE DE PROGRAMACION CONVENCIONAL?**

Los shells incorporan características que los hacen mucho más útiles para la construcción de sistemas expertos. Por ejemplo, están diseñados para tratar con procesamiento simbólico, mientras que los lenguajes convencionales lo están para manejar, esencialmente, operaciones numéricas y algunos otros procesos.

Un sistema experto se programa mucho mejor usando un shell que un lenguaje convencional como PASCAL o ADA.

Haciendo una analogía, la mayor parte de los conceptos de física se pueden explicar utilizando únicamente el lenguaje natural y el álgebra de bachillerato, pero resulta largo y tedioso. Si se pretende realmente resolver problemas de física, se ha de recurrir al vocabulario técnico de la física moderna, que incluye cálculo, mecánica cuántica; etc.

Finalmente, como el propósito de este trabajo es aplicar la Teoría de los Sistemas Expertos a un problema de tipo psicológico específico se proponen herramientas propias de la Ingeniería del Conocimiento y no de la Programación Convencional.

### **4.3 LOS SHELLS COMERCIALES.**

#### **4.3.1 CLASES DE SHELLS**

Los SHELLS pueden clasificarse en dos clases generales:

1.- SHELLS PARA CONSTRUCCION DE SISTEMAS EXPERTOS PEQUEÑOS. Son shells que funcionan en computadoras personales, generalmente están diseñados para facilitar el desarrollo de sistemas que contengan menos de 400 reglas.

2.- SHELLS PARA CONSTRUCCION DE SISTEMAS EXPERTOS GRANDES. Son shells que funcionan en máquinas LISP o grandes computadores y están diseñados para construir sistemas de 500 a varios miles de reglas.

Como el sistema experto planteado tendría una base de conocimientos pequeña debemos seleccionar un shell que se adapte a su arquitectura y al paradigma diagnóstico-prescripción. Para ello se investigaron algunos shells para construcción de sistemas expertos pequeños considerados entre los más eficientes y poderosos que se encuentran de "moda" en el mercado de la computación. En seguida se explica someramente cada uno de ellos.

#### 4.3.1.1 ALGUNOS SHELLS PARA CONSTRUCCION DE SISTEMAS PEQUEÑOS.

##### ■ EXPERT-EASE

##### Generalidades:

Expert-Ease (Facilidad-Experta) es un shell muy pequeño comercializado por Expert Software International, Ltd (Inglaterra). Durante un breve período de tiempo, fue la única herramienta de construcción de sistemas disponible para computadoras personales, y por ello ha gozado de cierta atención. Se ha calificado como una "hoja de cálculo para toma de decisiones". Sin embargo, todo el conocimiento que se introducen Expert-Ease forma, de hecho, una sola regla, por lo que todos los hechos que constituyen este conocimiento deben tener el mismo formato.

##### Conocimiento e inferencia:

Expert-Ease pide al usuario que elabore una matriz en la que, encabezando sus columnas, estén todos los atributos posibles y las recomendaciones. La inferencia y el proceso de control es un algoritmo que convierte todas las reglas en una tabla de decisión y luego procede a trabajar con la tabla, planteando al usuario preguntas que van acercándolo al resultado.

### **Interfaz de usuario/ingeniero:**

Para utilizar Expert-Ease no es preciso saber mucho sobre Ingeniería del Conocimiento. El programa hace uso de menús para interrogar al usuario en los procesos de creación y de uso de un sistema.

### **Implementación:**

Expert-Ease funciona en IBM PC, Rainbow y requiere sistema operativo UCSD-P.

### **Compra:**

Expert-Ease se vende por más de 2000 dólares y lo comercializa Softsync, Inc.

## **■ INSIGHT**

### **Generalidades:**

INSIGHT Knowledge System (sistema de Conocimiento Perspicacia) es un producto de Level 5 Research presentado desde otoño de 1984. Es un shell bien diseñado, amigable y muy rápido. está pensado para facilitar el desarrollo de sistemas menores a las 400 reglas. Su precio está calculado para generar un mercado masivo de sistemas que puedan utilizarse en aplicaciones comerciales muy variadas.

### **Conocimiento e inferencia:**

INSIGHT utiliza reglas si-entonces y un esquema de objetivos con el que el sistema lleva a cabo un encadenamiento hacia atrás con búsqueda en extensión y maneja un poco la búsqueda en profundidad. Genera nuevos hechos usando Modus Ponens. Las reglas de INSIGHT tienen títulos que aparecen después de la Regla. Si el usuario pide justificaciones, los títulos las hacen más comprensibles.

### **Interfaz con el usuario:**

Las bases de conocimientos de INSIGHT pueden desarrollarse con cualquier procesador de textos convencional. Una vez desarrolladas, se compilan con un compilador/editor que, al tiempo que compila va comprobando si hay errores sintácticos en la base de conocimientos. Una vez compilados, los programas pueden ejecutarse en el INSIGHT. El sistema le presenta al usuario una serie de menús, y el usuario selecciona opciones con las teclas de función. Su facilidad de desarrollo, su interfaz amigable, su velocidad y su bajo coste hacen de INSIGHT un shell ideal para el desarrollo de pequeños sistemas de conocimiento.

### **Implementación:**

INSIGHT está disponible para IBM PC y DEC Rainbow.

### **Compra:**

INSIGHT puede comprarse a Level 5 Research por más de 95 dólares. La versión INSIGHT 2+ con facilidades gráficas, cuesta arriba de los 495 dólares.

### **\* M.1**

#### **Generalidades:**

M.1 es un producto de Teknowledge Inc. Se presentó en junio de 1984 como un shell para ayudar a los Ingenieros de Conocimiento en el desarrollo de sistemas expertos. La aplicación típica de M.1 es un sistema de 100 a 200 reglas. M.1 pretende servir de ayuda al desarrollo de sistemas de conocimiento para tratar con consultas de tipo diagnóstico-prescripción.

#### **Conocimiento e inferencia:**

M.1 trabaja con reglas de producción y su motor de inferencia funciona con encadenamiento hacia atrás y un poco con encadenamiento hacia adelante llevando a cabo una búsqueda en profundidad. Genera nuevos hechos con Modus Ponens.

### **Interfaz de usuario/ingeniero:**

Los usuarios interactúan con M.1 tecleando respuestas a las preguntas planteadas por el sistema. Existen facilidades de explicación, así como funciones de rastreo para la depuración de bases de conocimientos. También puede disponerse de menús que listan las respuestas apropiadas.

Las bases de conocimiento para M.1 se construyen fuera del shell, utilizando el editor de textos que prefiera el diseñador del sistema. M.1 facilita ayudas a la programación para la depuración. Por ejemplo, un modo panel permite mantener un conjunto de ventanas de rastreo en las que comprobar diferentes eventos. El ingeniero que desarrolla el sistema puede observar qué regla se está considerando, qué opciones están disponibles al usuario y qué conclusiones se han alcanzado.

### **Implementación:**

M.1 está escrito en PROLOG y está disponible para IBM PC.

### **Compra:**

M.1, con su curso y documentación, puede comprarse por 12,500 dólares a Teknowledge, quien también puede informar sobre producción de múltiples copias, descuentos a entidades educativas y compra de partes del paquete M.1.

Una versión de demostración del software M.1 se vende a 2000 dólares.

La versión actual tiene un precio mayor de 5,000 dólares.

El software está acompañado por una biblioteca de sistemas de muestra. Hay un servicio telefónico de ayuda al usuario, y se está formando un grupo de usuarios, patrocinado por Teknowledge.

## ■ PERSONAL CONSULTANT

### Generalidades:

Personal consultant (Consultor Personal) es un programa desarrollado por Texas Instruments para sus computadoras <TI Professional y Portable Professional>.

### Conocimiento e inferencia:

Los hechos se representan por medio de reglas de producción. Con Personal Consultant pueden construirse sistemas de hasta 400 reglas. Su motor de inferencias funciona mediante un sencillo encadenamiento hacia atrás. El control lo hace con encadenamiento hacia atrás, y genera nuevos hechos con Modus Ponens.

### Interfaz de usuario/ingeniero:

Los usuarios interactúan con Personal Consultant tecleando respuestas ante las preguntas planteadas por el sistema. Existen facilidades de explicación, así como funciones de rastreo para la depuración de la base de conocimientos. También puede disponerse de menús, que listan las respuestas apropiadas.

Puede adquirirse solo, o con un curso de tres días seguido de cinco días de consultoría. El software va acompañado de un manual de referencia y algunos sistemas de muestra.

Personal Consultant permite que el ingeniero de conocimiento acceda a LISP desde el shell. De este modo, un diseñador experimentado puede adaptar Personal Consultant a sus necesidades.

### Implementación:

La configuración recomendada para Personal Consultant es una computadora profesional de Texas Instruments con disco duro de 40 Mb y 640 Kb de RAM además del sistema operativo MSDOS.

Los programas se compilan en IQLISP compilador que muchas veces no está disponible; así que antes de optar por Personal Consultant hay que conseguir esté compilador.

#### **Compra:**

El software de Personal Consultant, con documentación pero sin formación se vende por 3000 dólares, precio en el que está incluido

IQLISP se ofrece un curso de formación en tres días por 1500 dólares.

#### **4.3.2 ELECCION DEL SHELL ADECUADO PARA EL SISTEMA EXPERTO**

##### **CONSIDERACIONES DE COSTE.**

El precio de los shells no es aún muy racional, debido a que las empresas se apresuran a sacar al mercado sus productos sin conocer con qué otros han de competir. El comprador de estos shells debe saber que hay varios costos diferentes. En primer lugar está el costo del shell en sí mismo. A veces, el shell está implementado en un lenguaje de IA que hay que comprar como un paquete de software aparte. Además, puede que sea necesario comprar también hardware especial, si la herramienta sólo funciona en una máquina LISP, como Xerox 1100 o Symbolics 3600. El coste de formación es importante, porque, para herramientas complejas, esta formación es imprescindible.

##### **ASPECTOS DE LA INTERFAZ DE USUARIO.**

Aparte de la formación, están las características de la interfaz que hacen que la herramienta sea más o menos amigable. Algunas de éstas características están pensadas para ayudar a los ingenieros del conocimiento a construir los sistemas y otras para ayudar a los usuarios en su interacción con un sistema de conocimiento ya construido.



Ahora bien, para proponer un shell para el futuro desarrollo del sistema experto citado se evaluaron las características de los shells para construcción de sistemas expertos pequeños; con el fin de conocer la(s) herramienta(s) que mejor se adaptaba(n) al problema de la determinación de una posible alteración neurológica infantil usando el Test Gestáltico Visomotor de Bender.

De esta evaluación se obtuvieron las siguientes conclusiones:

**PARADIGMA DE CONSULTA:** Los shells Expert-Ease, Insight, M.1 y Personal Consultant se adaptan al paradigma Diagnóstico- Prescripción.

**REPRESENTACION, INFERENCIA Y CONTROL:** Expert-Ease, Insight, M.1 y Personal Consultant llevan a cabo la representación de conocimiento por medio de reglas utilizando encadenamiento hacia atrás; sin embargo Insight maneja una búsqueda con extensión.

**IMPLEMENTACION:** Parte de la potencia de los shells procede del entorno software en el que se ejecutan, y del hardware del que dependen. Asimismo, sus aplicaciones podrían verse limitadas debido a exigencias particulares de los mismos. Por ejemplo, Expert-Ease aunque puede correr en una IBM-PC necesita de un sistema operativo llamado UCSD-P, y Personal Consultant está enfocado a computadoras Texas Instruments. Mientras tanto, Insight y M.1 tienen la ventaja de que pueden correrse en una IBM PC.

**INTERFAZ DE USUARIO/INGENIERO:** Los shells difieren mucho entre sí en lo que respecta a la interacción más o menos fluida con los usuarios. Entre las características de la interfaz de usuario están las facilidades de explicación, la presentación gráfica del proceso de razonamiento, los sistemas de ayuda durante la ejecución, etc. Otra interfaz es la que usa el Ingeniero de Conocimiento para construir, modificar, depurar, ampliar y evaluar las bases de conocimientos. Los shells pueden disponer de facilidades para observar el proceso de razonamiento, como facilidades de rastreo y depuración de programas.

Ante esto, se encontró que Personal Consultant está implementado en IQLISP, así que si se desea adquirir el shell, además hay que adquirir el compilador; sin embargo la interfaz de esta herramienta presenta muchas bondades tanto para el usuario como para el Ingeniero de Conocimiento.

Por su parte Expert-Ease e Insight presentan una interfaz sencilla y fácil de usar.

M.1 tiene una interfaz sencilla, amigable y veloz para el usuario; y además contiene funciones de depuración y rastreo aplicables para el Ingeniero en Conocimiento. Esto y sus demás características han hecho de M.1 un shell muy poderoso. Hasta el momento es considerado entre los más populares, eficientes y completos para el desarrollo de sistemas expertos pequeños.

**COSTO:** M.1 es el shell más caro pero es también el más completo de los cuatro mencionados. Insight es el de menor costo.

#### **D E C I S I O N:**

Se considera que los shells Insight y M.1 son la mejor elección para programar el sistema experto planteado. Sin embargo, Insight aunque tiene muchas ventajas a su favor, incluyendo el bajo costo, lleva a cabo un mecanismo de inferencia Backward Chaining con búsqueda en extensión, la cual no se adapta al problema a resolver ya que en éste se requiere de una búsqueda con mayor detalle; es decir a profundidad.

Por tanto M.1 es considerada la opción más adecuada teniendo claro el gran inconveniente del costo de compra. De cualquier modo sería interesante ejemplificar cómo podría ser parte de la programación del sistema en un shell como M.1 así que más adelante se ampliará este punto.

#### **4.4 DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA EXPERTO PARA LA DETERMINACION DE UNA POSIBLE ALTERACION NEUROLOGICA INFANTIL USANDO EL TEST PSICOLOGICO DE BENDER.**

##### **OBJETIVO DEL SISTEMA:**

Determinar una posible alteración neurológica infantil basado en el Test Gestáltico Visomotor de Bender.

##### **TAREA QUE DEBE REALIZAR EL SISTEMA:**

Obtener indicadores diagnósticos que ayuden al psicólogo a determinar una posible alteración neurológica infantil, así como obtiene el nivel de Maduración Perceptual de la Escala del Bender.

##### **ENTRADA:**

Respuestas a preguntas planteadas por el Sistema Experto. El psicólogo deberá decirle al sistema cuáles son las características de los dibujos del niño.

##### **SALIDA:**

Hipótesis de que el niño tiene una posible alteración neurológica o no; así mismo deberá indicar si tiene un bajo o alto nivel de Maduración Perceptual con respecto a su edad cronológica.

## **ARQUITECTURA:**

Representación del Conocimiento por medio de reglas. Mecanismo de Inferencia con Modus Ponens, Control Backward Chaining con búsqueda en profundidad e Interfaz amigable y sencilla tanto para el usuario como para el Ingeniero en conocimiento.

## **HERRAMIENTA:**

Se propone M.1.

### **4.4.1 CONSIDERACIONES EN CUANTO A LA ENTRADA**

La actividad del psicólogo con respecto a la aplicación del Test de Bender se resume en lo siguiente:

Normalmente el psicólogo aplica el Test al niño y una vez que éste ha copiado las nueve figuras de la prueba, el psicólogo procede a evaluar la misma y finalmente llega a un resultado. Esto lo hace para cada niño o grupos de niños que requieran ser examinados.

Si el Sistema Experto se desarrollase en un futuro la tarea del psicólogo sería describir cada uno de los dibujos hechos por el niño durante la prueba del Bender. El Sistema Experto pediría las características del diseño de cada figura al examinador, y se auxiliaría de un manual que contuviera patrones de figuras que el psicólogo utilizaría para proporcionar al Sistema Experto una descripción correcta de las características de los dibujos del niño.

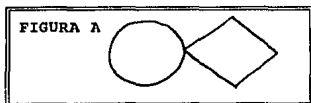
En un principio se pensó en incluir los diseños como parte de la Interfaz de M.1; sin embargo no hay hasta el momento ningún shell que aún teniendo una interfaz gráfica pueda permitir la ejemplificación de este tipo de dibujos infantiles.

Por tal motivo y para hacer más objetiva y correcta la evaluación se recomienda añadir el manual mencionado.

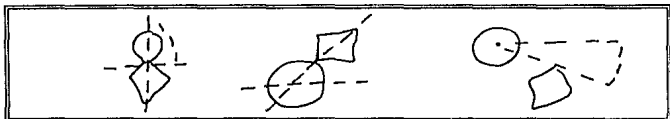
Ejemplo de una posible pregunta del Sistema Experto al psicólogo usando el Manual de Diseños.

■ ¿EXISTE ROTACION TOTAL O PARCIAL DE LA FIGURA A EN 45 GRADOS O MAS? O BIEN ¿EXISTE ROTACION DEL EJE DEL CUADRADO DENTRO DE LA FIGURA A?

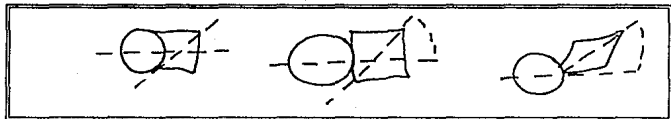
El Manual contendría los siguientes diseños referentes a la rotación de la figura A:



Posibles rotaciones en 45 grados o más que pueden ser detectadas en los diseños de la figura A:



Posible rotación del eje del cuadrado en de la figura A.



Estos dibujos se basarían en los dibujos presentados para la evaluación de Items Koppitz en el Capítulo II (Descripción y Ejemplos para calificar los items Koppitz).

Posteriormente el Sistema Experto se encargaría de evaluar la prueba y determinar la hipótesis (Proceso ).

#### 4.4.2 CONSIDERACIONES EN CUANTO A LA SALIDA

Es conveniente aclarar que la hipótesis que obtendría el Sistema Experto en caso de desarrollarse, no es más que eso: HIPOTESIS ya que como se explicó en el Capítulo II existen otros factores importantes como: El número de Hojas requeridas por el niño para elaborar los dibujos de la prueba, tiempo utilizado y comportamiento del examinado durante la aplicación del Test, los cuales son determinantes para sostener la hipótesis, y le corresponde al psicólogo tomar en cuenta estos parámetros para llegar a una recomendación final. La cual se vuelve a insistir será comprobada en caso de someter al niño a los exámenes clínicos pertinentes.

Como se ve, en caso de desarrollarse el Sistema Experto planteado, funcionaría como una herramienta de apoyo para el psicólogo; jamás podría ser un sustituto del mismo.

#### 4.5 UTILIZACION DE M.1 PARA UN FUTURO DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO PLANTEADO.

Si se decidiera desarrollar el Sistema Experto en un shell como M.1 se tendría que programar de acuerdo al mecanismo de inferencia, interfaz y representación de conocimientos del mismo. Por ello se ejemplifica a continuación una parte de la programación del sistema tomando en cuenta algunas reglas de la base de conocimientos. Lo siguiente es sólo un ejemplo para entender mejor como funciona M.1, no significa que la programación sea estrictamente la que se muestra.

M.1 necesita que se le dé un objetivo para que sepa lo que tiene que tratar de encontrar. En el caso del Sistema Experto planteado podemos establecer el siguiente:

```
goal= prob_psico()
```

Donde prob\_psico: Problema Psicológico a considerar.

Con ello, lo que hacemos es decirle a M.1 que lo que queremos de él es que determine un valor de <<prob\_psico>> y que nos lo diga. En seguida incluimos una de las reglas principales para la determinación de un posible problema de alteración neurológica infantil.

```
if      (tot_as > 0) y (ee_bender < e_cronol)
then    prob_psico= 'El niño(a) posiblemente tiene una
              alteración neurológica según el Sistema de Calificación
              del Desarrollo del Bender por Koppitz.'
```

Considerando que:

```
tot_as:   Total de Indicadores Altamente Significativos.
ee_bender: Edad Equivalente en la escala de Maduración del
            Bender.
e_cronol:  Edad Cronológica del niño.
```

Ahora bien, para introducir la base de conocimientos del sistema experto, se debe encender el IBM PC y "llamar" al procesador de textos, que se tenga. Con él se debe crear un archivo que contenga la base de conocimientos. Luego, se deberá escribir el objetivo y la regla, tal como aparecen arriba. No es exactamente << lenguaje ordinario >>, porque no se pueden usar mayúsculas, hay que poner guiones entre palabras, etc., pero, desde luego, es lo suficientemente legible, como para que uno pueda comprender sin dificultad lo que dice la regla.

Una vez escritos el objetivo y la regla, se deberá cerrar el archivo y pasar a M.1, una vez en él se deberá cargar el archivo de la base de conocimientos. Luego, empezaremos una consulta escribiendo <<go>>.

M.1 empezaría por comprobar el objetivo, e iría a su memoria activa para ver si ha concluido un valor para <<prob\_psyco>>. Como acaba de empezar, no concluiría nada, de modo que continúa, y "mira" si hay reglas que concluyan sobre <<prob\_psyco>>. Encontraría nuestra única regla, y entonces empezaría a comprobar las cláusulas if para ver si la regla es válida en este caso. La primera de las cláusulas if dice que <<tot\_as >0 >>. M.1 volvería a su memoria de trabajo para ver si puede establecer ese hecho, y de nuevo "vería" que no se puede y buscaría reglas que concluyeran un valor para <<prob\_psyco >>. Evidentemente no encontraría ninguna, por lo que haría ciertas preguntas para obtener el valor que necesita. Como no se introdujeron más reglas, M.1 tampoco podría encontrarla, sin embargo, el sistema tiene la capacidad de generar sus propias preguntas, y, así, podría escribir en la pantalla algo como lo siguiente:

what is the value of: tot\_as? (\*)

Podríamos responder con el valor que deseemos. Si escribimos << 4 >>, M.1 introduciría este hecho en su memoria de trabajo, decidiría que la primera cláusula de la regla que está examinando es correcta, y pasaría a la segunda cláusula if. Al repetirse el proceso, M.1 plantearía otras preguntas:

(\*) << ¿Cuál es el valor de: tot\_as? >>



```
what is the value of: ea_bender? (**)  
what is the value of: e_cronol? (***)
```

Si respondieramos a éstas preguntas con los valores adecuados para la regla, M.1 concluiría al final que:

```
prob_psico= El niño(a) posiblemente tiene una  
alteración neurológica según el Sistema de Calificación  
del Desarrollo del Bender por Koppitz.
```

Pero si respondieramos con algún valor que no coincida con el de la regla, concluiría que esa regla no puede aplicarse, buscaría otras reglas que concluyeran sobre prob\_psico, y, al no encontrar ninguna, terminaría escribiendo:

```
prob_psico was sought, but no value was concluded (****)
```

En cierto sentido, todo esto no sería más que un ejercicio trivial, pero, en otro, sería una asombrosa demostración de un potentísimo sistema de programación. Desarrollar un sistema que hiciese lo que se acaba de ver que hace M.1 utilizando cualquier lenguaje convencional requeriría bastante habilidad. Un programador convencional puede conseguir fácilmente la interacción que acabamos de ver, pero le sería mucho más difícil escribir un programa que nos permitiese escribir cualquier regla e inmediatamente estuviese listo para hacer preguntas y llegar a conclusiones. Como se ve, no se tiene que preocupar de ningún aspecto procedimental de programación. Ya que hasta el momento sólo sería necesario utilizar un procesador de textos normal para escribir un archivo que contuviera la regla deseada. Al transferir el archivo a M.1, tendríamos un programa capaz de hacernos preguntas y llegar a conclusiones. Utilizando M.1 cualquier profesional en Computación, podría empezar a programar sistemas útiles que antes requerían el aprendizaje de la compleja sintaxis de un lenguaje de programación.

```
(**) << ¿Cuál es el valor de: ea_bender? >>  
(***) << ¿Cuál es el valor de la e_cronol? >>  
(****) << Se ha buscado prob_psico, pero no se ha concluido ningún valor >>
```

Volviendo a nuestro proyecto, podríamos empezar por generar más reglas, una por cada una de las reglas para la obtención del tipo de indicador (altamente significativo, significativo o no discriminante) necesarias para la determinación de una posible alteración neurológica infantil. Aquí se presentan algunas.

Debe recordarse, que éstas reglas han sido obtenidas de la Tabla de Agrupación del Conocimiento presentada en el Capítulo III.

Suponiendo que:

```
tot_s = 0
tot_as = 0
```

- if (e\_cronol > 8) and (indicador = rotación en fig. 2)  
  then  
    tipo\_ind = 'significativo'  
    tot\_s = tot\_s + 1
- if (e\_cronol > 6) and (indicador = integración en fig. 2)  
  then  
    tipo\_ind = 'altamente significativo'  
    tot\_as = tot\_as + 1
- if (e\_cronol >= 8) and (indicador = perseveración en fig. 2)  
  then  
    tipo\_ind = 'altamente significativo'  
    tot\_as = tot\_as + 1

El efecto de estas reglas, y de otras similares que podríamos escribir para obtener <<respuesta adecuada>> es que el usuario podría responder con cualquiera de los términos escritos en ellas, y M.1 interpretaría la respuesta.

Otra forma de hacer que el sistema sea un poco más amigable es definir las preguntas que el sistema podría hacer. Con ello se evitarían las preguntas generadas automáticamente por M.1.

Por ejemplo, para preguntar por la edad cronológica del niño, podríamos escribir:

```
question(a_cronol)= '¿Cuál es la edad cronológica del niño a examinar?'
```

Con esta definición de pregunta (<<question>>), cuando M.1 intente determinar la edad cronológica del niño, escribirá la pregunta escrita entre comillas, en lugar de generar la suya propia.

Al tiempo que definimos la pregunta, podemos también definir las respuestas que M.1 puede aceptar. De no hacerlo así, el usuario podría responder con otra respuesta que no se haya considerado, y, por tanto, que no coincidiera con ninguna de las reglas de la base de conocimientos. para ello podríamos escribir:

```
legalvals(a_cronol) = [5,6,7,8,9,10]
```

Habrá ocasiones en las que el psicólogo podría contestar con un << why >> (por qué el sistema hace esa pregunta) durante una consulta con el sistema.

El sistema ante esta interrogante contestaría:

```
Your answer to this question will help determine whether the following rule es applicable in this consultation: (****)
```

A continuación escribiría la regla que trata de confirmar y repetiría la misma pregunta.

En otro momento, el psicólogo contestaría con un <<options>> (opciones) para saber cuáles son las respuestas que el sistema podría aceptar, y éste respondería listando todos los valores válidos (<<legalvals>>).

```
(****) << Su respuesta a esta pregunta ayudará a determinar si la siguiente regla es aceptable en esta consulta. >>
```

Para completar el programa, tendríamos que escribir todas las reglas que hemos comentado en el Capítulo III, las cuáles forman la base de conocimientos del sistema, así como las preguntas (<<question>>) y valores válidos (<<legalvals>>) para cada atributo cuyo valor pueda pedirse al usuario, y también tendríamos que introducir una o más sentencias de la forma:

```
multivalued(prob_psico)
```

Esta sentencia le dice a M.1 que queremos encontrar todos los posibles valores que pueda encontrar para << prob\_psico>>. Si la omitiéramos, M.1 dejaría de buscar una vez que hubiese encontrado un primer valor de <<prob\_psico>>, y sugeriría sólo ese valor. de igual forma esta misma sentencia podría utilizarse para encontrar no sólo el Goal Principal, si no también otros atributos del mismo (tipo de indicador, error; etc).

## CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

Consideramos que si en un futuro se decidiese desarrollar el Sistema Experto para la obtención de indicadores diagnósticos que determinen una posible alteración neurológica infantil basado en el Test Gestáltico Visomotor de Bender, sería difícil que en un principio cualquier psicólogo aceptase la utilización de un sistema como éste, ya que le podrían surgir dudas sobre la eficiencia del sistema, o bien, quizá experimentase apatía y rechazo hacia el mismo. Sin embargo, se considera que mientras el psicólogo esté más enterado sobre este tipo de tecnología aceptará más la ayuda y beneficios que podría obtener de una herramienta de trabajo como esta. Y esto sólo se logrará con la difusión y la popularidad de este tipo de productos.

Las principales ventajas que podría obtener el psicólogo con respecto al sistema serían básicamente:

- 1) La agilización y proceso de evaluación del Test de Bender.
- 2) Automatización de la información ( por grande que está sea) y del conocimiento.
- 3) Más objetividad en la evaluación de los diseños.
- 4) El sistema sería una herramienta de apoyo para la evaluación de la prueba.
- 5) El sistema sustituiría todo el proceso manual de evaluación, y finalmente.
- 6) Proporcionaría un nuevo enfoque en la manera de evaluar pruebas psicológicas (en especial la prueba del Bender).

Por otra parte pensamos que sería difícil desarrollar e implantar el sistema experto en un Centro Psicopedagógico como en el que se llevó a cabo esta investigación. Las razones principales estarían basadas en el costo del shell y hardware ya que por ser un Centro de atención gratuita carece al mismo tiempo de presupuesto para este tipo de inversión. Aunque los beneficios y retribuciones en el desarrollo de sistemas expertos son siempre altos, en general el tiempo, el esfuerzo y el costo también lo son.

Así mismo, consideramos que quizá no valdría la pena invertir en un sistema experto que evaluara tan sólo una prueba psicológica. Lo interesante sería poder desarrollar uno más completo, que incluyera la evaluación de varias pruebas. Sin embargo, este podría ser el comienzo, ya que la finalidad de este trabajo iba encaminada a demostrar que el desarrollo de un sistema experto como el planteado podría acarrear grandes beneficios a la Psicología del Aprendizaje Infantil, y si con una muestra de la infinidad de pruebas psicológicas que existen se pudo corroborar la hipótesis se considera que el objetivo principal de la realización de esta tesis está cumplido.

## APENDICES



A P E N D I C E 1

DATOS NORMATIVOS DE LA CALIFICACION DEL BENDER CON RESPECTO A LA  
EDAD EQUIVALENTE DEL NIÑO SEGUN EL NIVEL DE MADURACION PERCEPTUAL

PUNTUACION DEL BENDER

EDAD EQUIVALENTE  
SEGUN EL NIVEL DE  
MADURACION  
PERCEPTUAL DEL NIÑO.  
(AÑOS Y MESES)

21	4-0
20	4-0
19	4-1
18	4-2 A 4-3
17	4-4 A 4-5
16	4-6 A 4-7
15	4-8 A 4-9
14	4-10 A 4-11
13	5-0 A 5-1
12	5-2 A 5-3
11	5-4 A 5-5
10	5-6 A 5-8
9	5-9 A 5-11
8	6-0 A 6-5
7	6-6 A 6-11
6	7-0 A 7-5
5	7-6 A 7-11
4	8-0 A 8-5
3	8-6 A 8-11
2	9-0 A 9-11
1	10-0 A 10-11
0	11-0 A 11-11

## A P E N D I C E 2

### INDICADORES INDIVIDUALES ASOCIADOS A DAÑO O LESION CEREBRAL EN NIÑOS DE CINCO A DIEZ AÑOS DE EDAD.

#### ADICION U OMISION DE ANGULOS:

- FIGURA A:--- SIGNIFICATIVO\* más o menos frecuente en DC para niños menores de siete años.
- FIGURA 7:--- Común en DC y SDC siendo más frecuente en DC a todas las edades; ningún DC dibuja correctamente los ángulos antes de los 8 años.
- FIGURA 8:--- Común en DC y SDC hasta los 6 años.  
SIGNIFICATIVO\* para DC después de esta edad.

#### ANGULOS POR CURVAS:

- FIGURA 6:--- Común en DC y SDC pero es más SIGNIFICATIVO\* en DC para niños con edad menor o igual a siete años.

#### LINEAS RECTAS POR CURVAS:

- FIGURA 6:--- Raro pero ALTAMENTE SIGNIFICATIVO\*\* es más frecuente en DC en todas las edades.

#### DESPropORCION DE PARTES:

- FIGURA A:--- Común en DC y SDC hasta los 6 años,  
SIGNIFICATIVO\* para DC después de esta edad.
- FIGURA 7:--- Común en DC y SDC hasta los 7 años,  
SIGNIFICATIVO\* para DC después de esta edad.

**SUSTITUCION DE PUNTOS POR CIRCULOS:**

- FIGURA 1:---** Se presenta en DC y SDC pero es más SIGNIFICATIVO\* en DC en todas las edades.
- FIGURA 3:---** Se presenta en DC y SDC hasta los 6 años, es SIGNIFICATIVO\* para los DC después de esta edad.
- FIGURA 5:---** Se presenta en DC y SDC hasta los 8 años, es SIGNIFICATIVO\* para los DC después de esta edad.

**ROTACION DE LA FIGURA:**

- FIGURA 1,4 Y 8:---** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO\*\* para DC en todas las edades.
- FIGURA A Y 5 :---** SIGNIFICATIVO\* para DC en todas las edades.
- FIGURA 7:** --- Se presenta en DC y SDC hasta los 6 años, es SIGNIFICATIVO\* para DC después de esta edad.
- FIGURA 3:** --- Se presenta en DC y SDC hasta los 7 años, es SIGNIFICATIVO\* para DC después de esta edad.
- FIGURA 2:** --- Se presenta en DC y SDC hasta los 8 años, es SIGNIFICATIVO\* para DC después de esta edad.

**FALLA AL INTEGRAR LA FIGURA:**

- FIGURA A Y 4:** --- SIGNIFICATIVO\* para DC en niños de edad menor o igual a siete años.
- FIGURA 6:** --- Raro pero SIGNIFICATIVO\* para DC, cuando se presenta es en todas las edades.
- FIGURA 7:** --- Común en DC y SDC hasta los 6 años, SIGNIFICATIVO\* para DC después de esta edad.

**ADICION U OMISION DE HILERAS DE CIRCULOS:**

- FIGURA 2:** --- Común en DC y SDC hasta los 6 años, ALTAMENTE SIGNIFICATIVO\*\* para los DC después de esta edad.

**PERDIDA DEL DISEÑO:**

- FIGURA 3:** --- Se presenta en DC y SDC hasta los 5 años. es SIGNIFICATIVO\* para DC después de esta edad.
- FIGURA 5:** --- Raro y no hay diferencia entre DC y SDC en cualquier edad.

**LINEA POR SERIE DE PUNTOS:**

**FIGURAS 3 Y 5: --- Rara pero ALTAMENTE SIGNIFICATIVO\*\* para DC en todas las edades.**

**PERSEVERACION:**

**FIGURA 1,2 Y 6: -- Común en Dc y SDC hasta los 7 años, es ALTAMENTE SIGNIFICATIVO\*\* para DC después de está edad.**

---

\* **SIGNIFICATIVO:** Ocurre con frecuencia pero no exclusivamente en el grupo de DC.

\*\* **ALTAMENTE SIGNIFICATIVO:** Ocurre con frecuencia y exclusivamente en el grupo de DC.

DC: Niños con Daño Cerebral.

SDC: Niños sin Daño Cerebral.

Todas las edades: Edades de 5 a 10 años de edad.

A P E N D I C E 3

RELACION ENTRE LOS ITEMS DE CALIFICACION INDIVIDUAL DEL BENDER-  
GESTALT Y LA ALTERACION NEUROLOGICA EN NIÑOS PEQUEÑOS

La siguiente tabla muestra que diferentes indicadores de calificación llegan a ser diagnosticamente significativos a diferentes edades dependiendo de la dificultad que posea el trazado de cada diseño o parte de éste. Como se podrá observar, el número de items de calificación Bender que es capaz de diferenciar entre niños con o sin alteración neurológica se incrementa mientras la edad del niño se incrementa.

ITEMS	5 & 6 años		7 años		8 años		9 & 10 años	
	r <sup>2</sup>	P	r <sup>2</sup>	P	r <sup>2</sup>	P	r <sup>2</sup>	P
<b>FIGURA A</b>								
1a) Distorsión	13.81<.001		24.74<.001		9.99<.01		20.54<.001	
1b) Desproporción			2.97<.10		12.80<.001		14.88<.001	
2) Rotación							4.57<.03	
3) Integración			3.67<.10		3.66<.02		2.96<.10	
<b>FIGURA 1</b>								
4) Círculos por puntos			7.96<.01				4.96<.03	
5) Rotación							7.36<.01	
6) Perseveración					9.99<.01			
<b>FIGURA 2</b>								
7) Rotación							7.39<.01	
8) Integración	9.25<.01		2.55>.10		2.34>.10			
9) Perseveración					7.59<.01		2.51>.10	
<b>FIGURA 3</b>								
10) Círculos por puntos			4.47<.03					
11) Rotación					10.31<.01		17.56<.001	
12) Integración	9.23<.01				4.59<.03			

ITEMS	5 & 6 años		7 años		8 años		9 & 10 años	
	$r^2$	P	$r^2$	P	$r^2$	P	$r^2$	P
<b>FIGURA 4</b>								
13) Rotación	3.03	<.03	13.79	<.001	24.35	<.001	9.59	<.01
14) Integración	4.83	<.03			8.29	<.01	12.67	<.001
<b>FIGURA 5</b>								
15) Círculos por puntos							5.94	<.02
16) Rotación	6.06	<.02					8.57	<.01
17a) Pérdida de la forma			4.13	<.03			2.28	>.10
17b) Líneas por puntos	12.88	<.001	3.29	<.03	2.34	>.10	4.76	<.03
<b>FIGURA 6</b>								
18a) Ángulos por curvas	3.39	<.10	17.31	<.001	19.54	<.001	23.26	<.001
20) Perseveración					8.42	<.01	19.37	<.001
<b>FIGURA 7</b>								
21a) Desproporción					10.99	<.001	17.53	<.001
21b) Distorsión	7.67	<.01	4.12	<.03	23.89	<.001	63.57	<.001
22) Rotación			13.02	<.001	14.54	<.001	11.36	<.001
23) Integración			14.75	<.001	17.95	<.001	17.44	<.001
<b>FIGURA 8</b>								
24) Distorsión			16.95	<.001	19.83	<.001	30.86	<.001
25) Rotación	3.33	<.10			4.82	<.03		

Como puede notarse pocos items de calificación son de valor para "diagnosticar" una posible alteración neurológica a los cinco y seis años de edad.

A P E N D I C E 4  
PANORAMICA DE ALGUNOS SISTEMAS EXPERTOS CONSTRUIDOS

SISTEMA:	DENDRAL	MACSYMA	HEARSAY II	INTERNIST/ CADUCEUS
DESARROLLO EN:	Stanford	MIT	Univ. Carnegie-Mellon	Univ. de Pittsburgh
OBJETIVO:	Química Orgánica. Espectrometría de masas	Matemática Simbólica, álgebra, cálculo y ecs. difer.	Comprensión del Habla en Consultas sencillas a bases de datos	Ayuda al diagnóstico en toda la Medicina interna
TAREA QUE REALIZA	Identificación de compuestos químicos a partir del espectro de masas.	Ayuda al usuario realizando manipulaciones simbólicas complejas.	Larga lista de criterios de diseño sobre tamaño del vocabulario, etc.	Diagnóstico Médico.
ENTRADA	Histograma de los pares número de masa/intensidad	Fórmulas	Señal Acústica	Respuestas a preguntas planteadas por el sistema
SALIDA	Descripción de la estructura del compuesto	Soluciones a problemas simbólicos difíciles	Consulta de la base de datos	Conj. ordenado de diagnósticos
HERRAMIENTAS	Ninguna Programado en Lisp	Ninguna. Programado en Lisp	Ninguna programado en Lisp.	Ninguna. Programado en Lisp.



SISTEMA	PROSPECTOR	PUFF	MYCIN	XCON, XSEL
DESARROLLO EN	SRI Internacional	Univ. de Stanford	Univ. de Stanford	Univ. de Carnegie-Mellon y Digital Equipment Corp.
OBJETIVO	Exploraciones Geológicas	Diagnóstico de enfermedades obstructivas de las vías respiratorias	Programa de Diagnóstico Médico para meningitis.	Configuración de sistemas de ordenadores
TAREA QUE REALIZA	Evaluación de Emplazamientos geológicos	Toma datos de los instrumentos y diagnóstica el tipo y la gravedad de la enfermedad	Entrevista con el médico para hacer diagnósticos y recomendaciones terapéuticas	Configuración de sistemas VAX, proyectando el ensamble de partes.
ENTRADA	Datos de Inspecciones geológicas	Instrumentos	Respuestas a preguntas planteadas por el sistema	Descripción de un sistema VAX

SISTEMA	PROSPECTOR	PUFF	MYCIN	XCON, XSEL
SALIDA	Mapas y evaluaciones de emplazamientos	Informe escrito para el médico que lo revisa y lo anota	Conj. de ordenado de diagnósticos y recomendaciones terapéuticas	Listado de partes y accesorios y plan de ensamblaje
HERRAMIENTAS	Ninguna. Programado en Lisp	Emycin	Ninguna. Programado en Lisp	OPSS, herram. para sistemas de producc.
ARQUITECTURA	Red semántica y reglas con incertidumbre	Basado en reglas, encadenamiento hacia atrás exhaustivo	Basado en reglas, encadenamiento hacia atrás exhaustivo	Encadenamiento hacia adelante, basado en reglas.

SISTEMA	GENESIS	DELTA/CATS	DRILLING ADVISOR
DESARROLLADO POR	Intellicorp	General Electric	Teknowledge Inc
OBJETIVO	Paq. de sistemas de Ingeniería genética que ayudan a las investigaciones moleculares.	Ayuda a la reparación de locomotoras Diesel-eléctricas.	Consejos al personal de sondeos petrolíferos sobre problemas
TAREA QUE REALIZA	Diseño de experimentos y procedimientos de genética molecular	Asistencia al personal de mantenimiento en diagnóstico y reparación de fallas en locomotoras	Diagnóstico de problemas de sondeos y atascos en perforaciones
ENTRADA	Interacción con usuario para localizar y analizar datos.	Respuestas al usuario a preguntas del sistema	Respuestas del usuario a preguntas del sistema
SALIDA	Mapas genéticos, información y planes dibujados en pantalla	Instrucciones concretas de reparación	Diagnóstico de la causa de la falla
HERRAMIENTAS	Escrito en la herramienta KEE	Escrito en la herramienta FORTH	Escrito en la herramienta S.1
ARQUITECTURA	Basado en marcos con encadenamiento hacia adelante		Basado en reglas con encadenamiento hacia atrás

## **GLOSARIO**

## GLOSARIO

**ADQUISICION DE CONOCIMIENTOS: (KNOWLEDGE ACQUISITION).** Proceso de localización, recogida y refinamiento del conocimiento. Para realizarlo puede recurrirse a entrevistas con expertos, búsqueda en una biblioteca, etc. La persona que se encarga de la adquisición del conocimiento tiene que convertir el conocimiento adquirido a una forma que pueda ser utilizada por un programa de computadora.

**BASE DE CONOCIMIENTOS: (KNOWLEDGE BASE).** Parte de un sistema de conocimiento que incluye los hechos, reglas y heurísticos sobre un dominio en particular.

**CONOCIMIENTO: (KNOWLEDGE).** Colección integrada de hechos y relaciones que, cuando se utiliza, produce un funcionamiento competente.

**CONOCIMIENTO PROFUNDO: (DEEP KNOWLEDGE).** Conocimiento de teorías básicas, principios, axiomas y hechos sobre un dominio, que contrasta con el conocimiento superficial.

**CONTROL DE UN SISTEMA DE CONOCIMIENTO: (KNOWLEDGE SYSTEM CONTROL).** Método utilizado por el mecanismo de inferencias para regular el orden en que se realiza el razonamiento. Encadenamiento hacia atrás, encadenamiento hacia adelante, entre otros.

**DOMINIO: (DOMAIN).** Area o campo de conocimientos de interés. ( La medicina, la ingeniería, la psicología entre otros.)

**ENCADENAMIENTO HACIA ADELANTE: (FORWARD CHAINING).** Una de las distintas estrategias de control que regulan el orden en que se ejecutan las inferencias. En un sistema basado en reglas, el encadenamiento hacia adelante empieza afirmando las conclusiones de todas las reglas cuyas cláusulas si son verdaderas, y luego comprobando qué nuevas reglas pueden aplicarse dados los nuevos hechos establecidos. El proceso continúa hasta que o bien se alcanza un objetivo o bien se agotan las posibilidades.

**ENCADENAMIENTO HACIA ATRAS: (BACKWARD CHAINING).** Una de las estrategias de control para regular el orden en que se realizan las inferencias. En un sistema basado en reglas, el encadenamiento hacia atrás lo inicia una regla objetivo. El sistema trata de determinar si la regla objetivo es correcta. Para ello, retrocede a las cláusulas de la parte si de la regla e intenta determinar si son correctas. Esto, a su vez, conduce al sistema a considerar otras reglas que podrían confirmar las cláusulas si. De esta manera el sistema va retrocediendo a lo largo de sus reglas. Al final, la secuencia termina cuando el sistema tienen que hacer una pregunta o se encuentra un resultado previamente almacenado en memoria.

**EXPERIENCIA: (EXPERTISE).** Habilidades y conocimientos que le permiten a quien las posee realizar alguna tarea mucho mejor que la mayoría de las personas. la experiencia suele residir en una gran cantidad de información combinada con reglas prácticas, simplificaciones, hechos poco comunes y procedimientos ingeniosos, de tal modo que el que la posee puede analizar determinados tipos de problemas de una manera muy eficaz.

**EXPERTO: (EXPERT).** Un individuo cuyo entrenamiento, preparación, educación y experiencia en un dominio particular lo hace capaz de resolver problemas que no toda la gente puede resolver tan eficiente y correctamente como él.

**HECHO:** En general, sentencia cuya validez es aceptada.

**HEURISTICO: (HEURISTIC).** Regla práctica, o cualquier otra estratagema o simplificación que reduce o limita la búsqueda en grandes espacios del problema.

**INFERENCIA:** (INFERENCE). Proceso mediante el cual se derivan hechos nuevos de hechos conocidos. Una regla (p. ej., << si el cielo está negro, entonces es de noche >>) combinada con una regla de inferencia y un hecho conocido (p. ej., <<el cielo está negro>>) conduce a un hecho nuevo (p. ej., <<es de noche>>).

**INGENIERO DE CONOCIMIENTO:** (KNOWLEDGE ENGINEER). Persona cuya especialidad es valorar problemas, adquirir conocimiento y construir sistemas expertos o de conocimiento.

**INTELIGENCIA ARTIFICIAL:** (ARTIFICIAL INTELLIGENCE). Técnicas para la resolución de problemas de computadora que imiten el pensamiento humano y la toma de decisiones.

**INTERFAZ:** (INTERFACE). Enlace entre un programa de computadora y el mundo externo.

**LISP:** Lenguaje de programación basado en el procesamiento de listas. Es el lenguaje más utilizado por los investigadores americanos en IA.

**LOGICA:** (LOGIC). Sistema en el que se utilizan reglas que manipulan símbolos.

**MODUS PONENS:** Regla de inferencia básica de la lógica que dice que si sabemos que A implica B y sabemos que A es cierto, entonces podemos afirmar B.

**MECANISMO DE INFERENCIAS:** (INFERENCE ENGINE). Parte de un sistema experto o de conocimiento que contiene las estrategias inferenciales y de control. En un sentido más general, el mecanismo de inferencias contiene también diversos subsistemas de adquisición de conocimiento, explicación e interfaz de usuario. Los mecanismos de inferencia están caracterizados por las estrategias que utilizan.

**OBJETO: (OBJECT):** Entidad física o conceptual que puede tener muchos atributos.

**PARADIGMA DE CONSULTA: (CONSULTATION PARADIGM).** Los paradigmas de consulta describen tipos generales de escenarios de resolución de problemas. Los diferentes shells de construcción de sistemas son normalmente buenos para uno o unos pocos paradigmas y no para otros. La mayoría de estos shells están diseñados para facilitar el desarrollo rápido de sistemas expertos que puedan trabajar con el paradigma de diagnóstico-prescripción.

**PARADIGMA DE CONSULTA DIAGNOSTICO-PRESCRIPCION: (DIAGNOSTIC-PRESCRIPTIVE CONSULTATION PARADIGM).** Los paradigmas de consulta se refieren a enfoques generales para abordar tipos de problemas comunes. El paradigma de diagnóstico-prescripción se utiliza con problemas que requieren que el usuario identifique síntomas o características de una situación a fin de determinar cuál de entre varias soluciones alternativas puede ser la más adecuada. La mayoría de los sistemas expertos y de las herramientas están diseñados para trabajar con este paradigma.

**PROCESAMIENTO DE LENGUAJE NATURAL: (NATURAL LANGUAGE PROCESSING).** Rama de la IA que estudia técnicas para conseguir que los programas de computadora acepten entradas y generen salidas en un lenguaje de comunicación humana, como el inglés. Algunos sistemas expertos incorporan formas primitivas de procesamiento de lenguaje natural en sus interfaces de usuario para facilitar el rápido desarrollo de nuevas bases de conocimiento.

**PROGRAMA BASADO EN REGLAS: (RULE-BASED PROGRAM).** Programa de computadora que representa el conocimiento por medio de reglas.

**PROGRAMACION SIMBOLICA FRENTE A PROGRAMACION NUMERICA: (SYMBOLIC VERSUS NUMERIC PROGRAMMING).** Contraste entre los dos usos principales de las computadoras. La reducción de datos, la gestión de bases de datos y el procesamiento de textos son ejemplos de programación convencional o numérica. Los sistemas expertos se basan en la programación simbólica para manipular cadenas de símbolos con operadores lógicos más que numéricos.



**PROLOG:** Lenguaje de programación simbólico, o de IA, basado en cálculo de predicados. Prolog es el lenguaje más popular para investigaciones en IA fuera de Norteamérica.

**RAZONAMIENTO: (REASONING).** Proceso de realizar inferencias o llegar a conclusiones.

**REGLA SI-ENTONCES O REGLA DE PRODUCCION: (RULE IF-THEN OR PRODUCTION RULE).** Sentencia condicional que tiene dos partes. La primera, formada por una o varias cláusulas SI, establece las condiciones que han de satisfacerse para que una segunda parte, formada por una o varias cláusulas ENTONCES pueda afirmarse.

**REGLAS HEURISTICAS: (HEURISTIC RULES).** Reglas que se escriben para capturar los heurísticos que un experto utiliza al resolver un problema. Los heurísticos originales del experto puede que no tengan la forma de reglas SI-ENTONCES, y uno de los problemas que trae consigo la construcción de un sistema experto o de un sistema de conocimiento es el de convertir el conocimiento heurístico de un experto en reglas.

**REPRESENTACION DEL CONOCIMIENTO: (KNOWLEDGE REPRESENTATION).** Método utilizado para codificar y almacenar hechos y relaciones en una base de conocimientos.

**RESOLUCION DE PROBLEMAS: (PROBLEM SOLVING).** La resolución de problemas es un proceso en el cual, a partir de un estado inicial, se procede a buscar en un espacio del problema con el propósito de identificar la secuencia de operadores o de acciones que conducen a un estado objetivo deseado.

**ROBOTICA: (ROBOTICS).** Rama de la IA que se ocupa de conseguir que las computadoras puedan "ver" y "manipular" objetos en su entorno circundante. la IA no se ocupad de la robótica como tal, pero si del desarrollo de las técnicas necesarias para construir robots que utilicen heurísticos para funcionar de una manera flexible cuando interactúan con un entorno cambiante.

**SHELLS:** Los shells son paquetes de software que simplifican el trabajo necesario para construir un sistema experto. La mayoría de los shells contienen un motor de inferencias y varias interfaces de usuario y ayudas a la adquisición del conocimiento, pero carecen de una base de conocimientos. Los shells de construcción de sistemas expertos suelen tener restricciones que hacen que su uso sea fácil para determinados propósitos pero difícil o imposible para otros. Al comprar un shell hay que tener cuidado en elegir el adecuado para el tipo de sistema experto que se desea construir. En un sentido más general, un shell es una <<concha>> que le permite a un usuario desarrollar rápidamente un sistema con unos datos concretos. En este sentido, un programa de hoja de cálculo es una herramienta: cuando el usuario le introduce datos financieros está creando un sistema que podrá hacer previsiones financieras específicas, del mismo modo que el ingeniero de conocimiento utiliza un shell para crear un sistema experto que dé consejos sobre un determinado tipo de problema.

**SIMBOLO:** (SYMBOL). Signo arbitrario utilizado para representar objetos, conceptos, operaciones, relaciones entre otros.

**SISTEMA DE CONOCIMIENTO:** (KNOWLEDGE SYSTEM). Programa de computadora que hace uso de conocimiento y de procedimientos inferenciales para resolver problemas difíciles. El conocimiento necesario para ello, junto con los procedimientos inferenciales utilizados, pueden considerarse como un modelo de la experiencia de las personas que resuelven los mismos problemas. A diferencia de los sistemas expertos, los sistemas de conocimiento están frecuentemente diseñados para resolver problemas pequeños pero difíciles más que grandes problemas que requieran de una gran experiencia humana.

**SISTEMA DE CONOCIMIENTO PEQUEÑO:** (SMALL KNOWLEDGE SYSTEM). En general, los sistemas de conocimiento pequeños tienen menos de 500 reglas, están diseñados para ayudar a las personas a resolver tareas de análisis y de toma de decisiones.

**SISTEMA EXPERTO:** (EXPERT SYSTEM). Es un sistema que imita o emula el proceso de razonamiento de un experto humano para resolver problemas complejos en un dominio particular.

## **BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFIA

**BAILEY, ROBERT W.**

Human Performance Engineering: A Guide For Systems Designers.  
Cliffs NJ. 1982.

**BENDER LAURETTA**

A Visual Motor Gestalt Test and Its Clinical Use  
The American Orthopsychiatric Association, N.Y.

**BROWN J.S.**

The AI Business: The Comercial Uses of Artificial Intelligence  
The MIT Press 1984.

**CHABRIS, CHRISTOPHER**

Artificial Intelligence & Turbo Pascal.  
Dow Jones Irwin Cambridge Massachusetts 1988.

**DAVIS R, LENAT D.**

Knowledge Based Systems in Artificial Intelligence  
Mc Graw Hill 1982.

**FEIGENBAUM, EDWARD**

Rule Based Expert Systems.  
Artificial Intelligence and The Design of Expert Systems 1989.

**FORBYTH, RICHARD**

The Anatomy of Expert Systems  
Addison Wesley Reading 1985.

**GRAHAM, NEIL**  
Artificial Intelligence - Making Machines "Think"  
TAB Books Inc. Blue Ridge Summit.

**HAYES-ROTH, FRANK**  
Building Expert Systems  
Addison Wesley Reading 1983.

**JACKSON, PETER**  
Introduction to Expert Systems.  
Addison Wesley.

**KOPPITZ, M. ELIZABETH**  
The Bender-Gestalt Test for Young Children.  
Grune & Stratton Inc. New York, 1964.

**KOPPITZ, M. ELIZABETH**  
The Bender Gestalt Test and Learning Disturbances in  
Young Children.  
J. Clinic Psychol 1958.

**KOPPITZ, M. ELIZABETH**  
Diagnosing Brain Damage in young Children with The  
Bender Gestalt Test.  
J. Clinic Psychol 1962.

**LEVINE ROBERT, DRANG DIANE, EDELSON BARRY**  
A.I. and Expert Systems  
Artificial Intelligence Series 1988.

**MC ARTHUR ROBERT, PAYNE EDMUND**  
Developing Expert Systems  
John Wiley and Sons 1990.

**MISHKOFF, HENRY C.**  
Understanding Artificial Intelligence  
Howard W. Sams & Co. Indianapolis 1988.

**NAYLOR, CHRIS**  
Build your own Expert Systems  
Halsted Press, a Division of John Wiley and Sons Inc.

**NILSSON, NJ.**  
Principles of Artificial Intelligence  
Tioga Press 1980.

**REITMAN, WALTER**  
Artificial Intelligence Applications for Business  
Norwood, NJ. Ablex Publishing Corp 1984.

**RICH, ELAINE**  
Artificial Intelligence  
Mc Graw Hill 1983.

**SHELL, B.**  
Power Tools For Programers  
Datamation 1983.

**SLEEMAN, D.**  
Intelligent Tutoring Systems  
Academic Press 1982.

**WATERMAN, DONALD**  
A Guide to Expert Systems  
Addison Wesley 1986.

**WEISS B, KULIKOWSKI C.A**  
A Practical Guide To Designing Expert Systems  
Rowman & Allanheld Publishers 1984.

**WINSTON P.H, PRENDERGAST, K.A**  
The AI Business: The Comercial Uses of Artificial  
Intelligence  
The MIT Press 1984.

**WOLFGRAM DEBORAH, DEAR TERESA, GALBRAITH CRAIG**  
Expert Systems for The Technical Professional  
John Wiley and Sons 1987.